

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1917-1918

N° 6

LES
EAUX DE MELUN

ET DE
SES ENVIRONS IMMÉDIATS

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(MENTION PHARMACIE)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE MAI 1918

PAR

VICTOR BROS

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE
DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

JURY : { MM. DELÉPINE . . *Président.*
 BÉHAL . . . *Professeur.*
 GORIS. . . . *Agrégé.*

NANCY

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT

18, RUE DES GLACIS, 18

—
1918



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1917-1918

N° 6

LES

EAUX DE MELUN

ET DE

SES ENVIRONS IMMÉDIATS

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(MENTION PHARMACIE)



PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE MAI 1918

PAR

VICTOR BROS

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE
DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

JURY : { MM. DELÉPINE . . *Président.*
BÉHAL . . . Professeur.
GORIS. . . . Agrégé.

NANCY

IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT

18, RUE DES GLACIS, 18

—
1918

PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Administration

MM. H. GAUTIER, Directeur, ✱, ☼ I.
BOURQUELOT, Assesseur, ✱, ☼ I.
G. DURSANT, Secrétaire, ☼ I.

Professeurs

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut,
O. ✱, ☼ I Botanique générale.
VILLIERS, ✱, ☼ I. Chimie analytique.
BOURQUELOT, ✱, ☼ I. Pharmacie galénique.
H. GAUTIER, ✱, ☼ I. Chimie minérale.
RADAIS, ✱, ☼ I. Cryptogamie.
BÉHAL, O. ✱, ☼ I. Chimie organique.
PERROT, ✱, ☼ I. Matière médicale.
COUTIÈRE, ✱, ☼ I. Zoologie.
BERTHELOT, ☼ I. Physique.
GRIMBERT, ✱, ☼ I. Chimie biologique.
N Pharmacie chimique.
LEBEAU, ☼ I Toxicologie.
DELÉPINE, ✱, ☼ I. Hydrologie et Hygiène.

Directeur honoraire : M. GUIGNARD, O. ✱, ☼ I.
Professeur honoraire : M. BOUCHARDAT, O. ✱, ☼ I.

Chargés de cours

MM. GUERBET, ☼ I. Minéralogie.
MARC HONNORAT, ☼ I. Législation et Déontologie pharmaceutiques.

Agrégés en exercice

MM. GUERBET, ☼ I.	MM. DAMIENS.	MM. GORIS, ☼ I.
VALEUR, ✱, ☼ I.	TASSILLY, ☼ I.	LAUNOY.
BOUGAULT, ☼ I.	GUÉRIN, ☼ I.	HÉRISSEY, ☼ I.
SOMMELET, ☼ I.	LUTZ, ☼ I.	

Chefs des travaux pratiques

MM. DEFACQZ, ☼ I Chimie générale.
COUSIN, ☼ I. Chimie analytique.
SOUÈGES, ☼ A. Micrographie.
MOURLOT, ☼ I. Physique.
BARTHELAT, ✱, ☼ I Microbiologie.
JAVILLIER, ☼ I. Travaux généraux de 4^e année.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER, ☼ I.
Bibliothécaire en chef : M. DORVEAUX. ☼ I.

A LA MEMOIRE DE MES PARENTS

*Témoignage de reconnaissance
et d'affection*

INTRODUCTION

En tant que membre de la Commission sanitaire de la ville de Melun, il nous a été loisible de recueillir des documents propres à faire connaître les péripéties qui ont accompagné le développement du projet d'adduction d'eau potable dans cette ville. La municipalité de Melun n'eut pas, il faut le dire, l'initiative absolue de cette entreprise; elle ne s'y résolut qu'à la suite d'une sommation du Ministre de la Guerre qui, en 1893, imposa à la ville l'alternative ou de fournir de l'eau potable à la garnison ou d'être privée de soldats. Il s'écoula dix-neuf années entre cette sommation et la réalisation.

Il nous a paru intéressant de rappeler les difficultés, les lenteurs et les ennuis de toute sorte qui ont entravé cette réalisation, et de fournir ainsi à cet égard un exemple vécu des formalités nécessaires pour l'adduction d'eau dans une commune. Nous avons même pu y joindre le compte des dépenses les plus importantes, de sorte que cette partie de notre travail pourra certainement fournir des renseignements utiles aux municipalités des villes de l'importance de Melun.

Nous n'avons cependant pas voulu nous borner à ce rôle de narrateur et nous avons pensé compléter

la connaissance hydrologique de Melun et de ses environs immédiats par quelques recherches personnelles. En démontrant une fois de plus que les eaux des puits et sources de la région même de Melun étaient imparfaites, parce que venant de nappes mal protégées, quoique puissantes, nous justifierons les sacrifices que s'est imposés la ville.

Enfin nous avons pu réunir aussi quelques observations sur l'eau même de l'adduction nouvelle et sur les variations de la nappe qui l'alimente.

Notre travail se divise en trois chapitres :

Dans le premier, nous donnons un aperçu de l'hydrographie de Melun et de ses environs, avec l'analyse d'un certain nombre de sources et de puits de la région.

Le deuxième chapitre est consacré à l'histoire de l'adduction d'eau de Melun.

Enfin le troisième est consacré en quelque sorte à l'étude des eaux de Melun dans leur état actuel ; bien que cela pût paraître prétentieux, nous avons fait à nouveau quelques analyses de la composition minérale de ces eaux. Nous montrons aussi que le niveau hydrostatique de la nappe où l'on puise l'eau actuellement semble réellement s'abaisser.

En ce qui concerne les sources de Dammarie-les-Lys nous avons fait une analyse bactériologique, ces sources pouvant à l'avenir être captées si l'adduction actuelle devenait insuffisante.

Avant d'aborder notre sujet, qu'il nous soit permis d'abord de manifester notre reconnaissance à M. le professeur DELÉPINE, pour les bons conseils et les encouragements qu'il nous a prodigués au cours de notre travail.

Nous adressons également nos remerciements à M. PADRONA, sous-ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a mis à notre disposition, avec son inépuisable

bienveillance, les documents historiques dont nous avons eu besoin pour l'édification de cette thèse, ainsi qu'à M. le professeur BÉHAL et à M. le professeur agrégé GORIS qui ont bien voulu accepter de faire partie du jury.

LES EAUX DE MELUN

ET DE SES ENVIRONS IMMÉDIATS

CHAPITRE I

I — HYDROGRAPHIE GÉNÉRALE DE L'ARRONDISSEMENT DE MELUN

La région de Melun est à une élévation moyenne de 80 à 90 m au-dessus du niveau de la mer, alors que la ville dans ses parties basses est à 40 et quelques mètres. La Seine trace dans l'ensemble un sillon assez prononcé encaissé entre des collines à pente relativement raide.

Sur le côté sud de Melun se trouve la forêt de Fontainebleau qui s'étend largement à droite et à gauche sur une profondeur considérable, de plus de 15 km. Bien que dans toute la région il y ait de nombreuses sources, bien que dans Melun même et ses environs immédiats, il y ait à des niveaux plus ou moins élevés des nappes que des puits pourraient atteindre, c'est dans la forêt de Fontainebleau que la ville a été chercher ses eaux. Sans vouloir anticiper sur l'exposé du second chapitre, disons que dans cette partie sud,

comprenant la forêt de Fontainebleau et des territoires non boisés situés à l'ouest de la forêt, il y a une masse considérable de sables posés en quelque sorte sur un plan de meulrières, de calcaire de Brie et d'argiles vertes, plan légèrement incliné vers la Seine; que c'est à une petite distance du bord de ce plan vers sa partie basse que l'on est allé trouver l'eau potable.

La surface même des sables est plus ou moins irrégulièrement bosselée, au point que certains monticules atteignent la cote 137, comme à la hauteur de la Solle; ils sont même alors recouverts encore d'une couche de calcaire de Beauce non complètement érodé, comme le montre la coupe de la planche II).

La même coupe montre aisément que sur le flanc des coteaux et bien au-dessus du niveau de la Seine, il peut y avoir des affleurements par suite du déversement naturel de la nappe dont nous venons de parler. On conçoit tout de suite que ces affleurements soient moins bien protégés, la couche filtrante de sable diminuant rapidement d'épaisseur. Nombre de sources de Dammarie, au sud de Melun, doivent avoir cette origine.

Mais il n'y a pas partout ces sables favorables à la réserve et à la purification de l'eau. Dans l'ensemble du nord de Melun la terre végétale sur les plateaux repose directement sur les meulrières ou calcaires siliceux superposés aux marnes ou argiles vertes, d'où une première nappe phréatique peu protégée située à une profondeur de 10 m au plus; au-dessous se succèdent des travertins calcaires ou des marnes, plus ou moins compacts, plus ou moins siliceux, formant un banc très épais de 70 m environ, dont la base est déjà bien au-dessous du niveau de la Seine. La tranche de ces calcaires forme la base des coteaux, le travertin se trouvant souvent au-dessus du sol et s'enfonçant plus ou moins profondément.

Au-dessous se trouvent des bancs de marnes sableuses ou d'argile pouvant former des nappes aquifères peu importantes ou douteuses, reposant sur un banc imperméable d'argile plastique qui s'étend sous toute la région à une profondeur de l'ordre de 90 m, soit à 40 m au moins au-dessous du niveau du fleuve. Dans cette argile non seulement on trouve de l'eau en abondance, mais encore cette eau a tendance à remonter considérablement, sans toutefois qu'on puisse espérer la voir jaillir, si ce n'est peut-être dans le fond des vallées.

Ainsi, dans la vallée de l'Yères, les eaux monteraient sans doute à 40 m au-dessus du niveau de la mer, ce que l'on a constaté à Champrosay; à Corbeil, ce relèvement ne serait plus que de 34 m (la Seine est à 33^m, 06); il est probable qu'il se maintiendrait tout au plus à cette hauteur en remontant la vallée de la Seine puisqu'on se rapproche continuellement des affleurements de l'argile plastique.

On n'a pas jusqu'ici cherché à atteindre la nappe reposant sur l'argile plastique pour alimenter la ville de Melun; cependant la maison Lipmann fit récemment un sondage à Champeaux; elle atteignit la nappe en question à 94 m de profondeur, à 2 m au-dessus du niveau de la mer puisque la cote d'altitude était de 96 à l'orifice du forage. Le relèvement fut de 56 m.

Les terrains de transport de la vallée sont ordinairement resserrés entre les coteaux escarpés qui la bordent; ils s'élèvent pourtant assez haut dans l'anse que forme la Seine juste à Melun; on cite à la Table-du-Roi, dans la forêt de Fontainebleau, à 65 m au-dessus du fleuve, des fragments assez volumineux de pouddings de l'argile plastique qui ont été élevés presque au sommet des sables.

Quant aux terrains de la vallée, ils sont naturellement alluvionnaires; à notre point de vue, ils sont

tous perméables, de sorte que le niveau hydrostatique s'y trouve sensiblement en équilibre avec les cours d'eau circulant dans le voisinage. Ici la nappe d'absorption est la même que la nappe d'alimentation ; on ne peut se mettre à l'abri des fluctuations de la nappe qu'en forant assez profondément les puits et, si l'on veut éviter les souillures, aussi loin que possible des habitations ; cette dernière condition n'est naturellement presque jamais respectée, car elle est trop incommode.

En résumé, nous trouvons dans la région : 1° des puits s'alimentant à la nappe phréatique en équilibre avec les cours d'eau ; 2° des puits s'alimentant à la nappe phréatique du plateau sous la meulière, sans ou avec couche importante de sable filtrante (ce dernier cas est celui de l'eau potable de Melun) ; 3° des sources provenant de la même nappe ; 4° des puits qui pourraient aller atteindre l'eau jusqu'à l'argile plastique ; 5° et naturellement, l'eau du fleuve et de ses affluents.

II — EAUX DE MELUN

La ville de Melun est traversée par la Seine qui la sépare en deux parties désignées sous les noms de canton nord et canton sud.

La Seine se divise en deux bras à la pointe de la prison centrale pour se réunir à la limite du jardin botanique et former l'île (île Notre-Dame) qui fait partie du canton sud.

La partie nord de la ville, limitée par les collines du Mée et de Vaux-le-Pénil, est irriguée dans les parties basses par un petit ruisseau, l'Almont (1), qui

(1) L'Almont (12 km) est grossi de la Varvanne ; il porte le nom d'Anqueuil avant sa sortie du parc de Vaux-le-Praslin. On se souvient qu'il a été chanté par La Fontaine, ami du célèbre Fouquet : « Pleurez, nymphes de Vaux, etc... »

vient se déverser dans la Seine en amont de l'île. C'est une eau qui n'est pas potable; elle est polluée sur tout son parcours et le fond vaseux sur lequel elle coule n'atteste que trop cette pollution.

Dans Melun nord il y a un certain nombre de sources issues de la nappe du plateau. Ce canton nord possède une source (source Saint-Liesne) qui alimentait Melun à une époque éloignée. Cette source arrive en haut de la rue Saint-Liesne, un des points culminants de la ville, vient aboutir à un petit bassin central qui déverse ses eaux par deux orifices latéraux et opposés. Un de ces orifices amène l'eau à un lavoir situé à 100 m environ en contre-bas, le trop-plein se déverse dans la propriété contiguë, en passant par un orifice pratiqué sous le mur. L'autre orifice forme un petit ruisseau découvert au milieu d'un passage souterrain formant galerie à hauteur d'homme, traverse la rue Saint-Liesne et les maisons situées sur la partie droite de cette même rue (côté montant) pour aller jusqu'à l'hôpital, où elle sert encore pour les lavages et usages domestiques, mais non comme eau potable.

L'analyse de cette eau, qui fait très probablement partie de la nappe de Vaux-le-Pénil, démontre qu'elle n'est pas utilisable dans l'alimentation.

La source Saint-Barthélémy, en face la caserne Augereau, et la source de la fontaine la Reine, en bas du Mée, sont de débit trop faible pour l'alimentation de la ville; elles font partie de la nappe du Radier dont nous parlons plus loin.

Il reste à signaler dans ce même canton la source de la caserne Breton qui se jette dans l'Almont, son faible débit offre peu d'intérêt au point de vue alimentation générale.

Le canton sud ne possède aucun ruisseau apparent.

La ville de Melun possède, en outre, de nombreux puits profonds de 5 à 8 m, qui ont été creusés dans

les parties basses et s'alimentent à la nappe phréatique en équilibre avec la Seine. L'eau de ces puits, d'après les analyses qui ont porté sur différents endroits de la ville (canton sud), est mauvaise (trop calcaire), peu corrigée par la chaleur. Les matières organiques ne dépassent cependant guère la tolérance admise.

Nous donnons ci-après l'analyse de ces différents puits ou sources qui se rattachent respectivement aux catégories 1 et 3 énumérées plus haut. Dans ces analyses et toutes celles qui suivront, les poids sont exprimés en milligrammes par litre d'eau.

Eaux de Melun.

	PUITS Avenue hiers	PUITS Rue Jeanne-d'Arc	PUITS dit « Camous »	SOURCE Saint-Barthélémy	SOURCE Fontaine la Reine	SOURCE Saint-Liesne	SOURCE Casernes Breton
Date du prélèvement	11/1916	2/1917	2/1917	3/1918	3/1918	9/1917	3/1917
Degré hydrotimétrique	46°,2	53°,4	38°,5	37°	42°	40°	
— après oxalate.	4°,8	6°	10°	5°	14°	5°	
— permanent (ébullition). . .	26°	33°,6	23°	18°,5	20°,3	20°	
— après ébullition et oxalate.	2°,1	4°	4°	3°	7°	4°	
Résidu fixe à 100	603	643	436	472	520	530	
Matières organiques (MnO ⁴ K alcalin).	1,8	1,7	1,6	1,1	1,4	1,8	1,1
Chlorures (en NaCl).	99	80	70,2	43,2	60,9	52,6	29
Sulfates (en SO ³).	65	72	53	56	68,9	60	
Nitrates (en N ² O ⁵).	Traces.	Traces.	25,5	16,2	9,3	18	0
Nitrites	Traces.	0	0	0		0	0

III — LES SOURCES ET PUIITS DES ENVIRONS DE MELUN

1° Bois-le-Roi et Brolles. — Brolles, qui fait partie de Bois-le-Roi, dont il est séparé par la ligne du P.-L.-M., est situé au sud de Melun, sur une colline en bordure de la Seine; son altitude est de 70 à 80 m.

La couche d'argile verte est peu profonde, l'eau s'y trouve à affleurement dans les parties les moins élevées du pays. Dans les parties hautes, on utilise la même nappe par des puits, d'ailleurs peu profonds.

Les cinq eaux suivantes ont été prélevées au château de Brolles, grâce à l'obligeance de M. de Verneuil, à 30 m environ au-dessus du niveau de la Seine, dont l'altitude à cet endroit est de 40 m au-dessus du niveau de la mer :

1° Eau d'alimentation (source à affleurement);

2° Eau venant du lavoir (prélevée dans un ruisseau à découvert [ru de Brolles]). Cette eau traverse une partie de la propriété, circulant sur des feuilles mortes et des débris de toutes sortes, pour se jeter dans la Seine (n'est pas employée pour l'alimentation);

3° Eau du Béliet (source à affleurement);

4° Eau de la cuisine (puits-pompe);

5° Eau de la basse-cour (puits-pompe).

Ces sources sont peu protégées; les trois premières, canalisées de façon sommaire, sont exposées à se polluer à raison de leur proximité du sol : elles ne sont du reste employées dans l'alimentation qu'après avoir été filtrées ou bouillies.

Nous avons également prélevé l'eau de deux puits situés à Bois-le-Roi, à 2 km environ de ces sources.

Le résultat des analyses de ces eaux nous permet de dire qu'elles font toutes partie de la même nappe qui vient se déverser à flanc de coteaux dans la Seine, leur puissance de débit n'est pas élevée.

Ces eaux sont les émissaires naturels de la nappe qui alimente les puits dans la région la plus élevée du pays et font partie de la nappe de la Glandée.

Pour l'alimentation, cette eau doit être filtrée ou bouillie (la chaleur la corrige bien). Indépendamment des souillures que ces eaux peuvent recevoir en amont, leur faible distance de la surface du sol (sur-

tout à l'endroit où elles affleurent) les expose à se polluer facilement et à recevoir des matières organiques de toutes sortes (engrais, fumier, etc.).

Eaux des communes de Brolles et Bois-le-Roi.

	SOURCE eau d'alimentation château de Brolles	SOURCE eau du lavoir, château de Brolles	SOURCE eau du puits château de Brolles	PUITS-POMPE eau de la cuisine château de Brolles	PUITS-POMPE eau de la fosse-cour château de Brolles	PUITS à 3 m de profondeur Bois-le-Roi	PUITS à 11 m de profondeur Bois-le-Roi
Date du prélèvement	9/1917	9/1917	9/1917	9/1917	9/1917	9/1917	9/1917
Degré hydrotimétrique total . .	32 ^o ,5	25 ^o ,5	35 ^o	32 ^o	33 ^o	29 ^o ,5	27 ^o ,5
— après oxalate.	6 ^o ,5	5 ^o ,5	6 ^o ,7	6 ^o	6 ^o ,4	6 ^o ,5	5 ^o ,5
— permanent (ébullition) . .	17 ^o	12 ^o ,5	14 ^o	14 ^o ,8	15 ^o ,5	15 ^o	12 ^o
— après ébullition et oxalate	3 ^o	4 ^o ,2	5 ^o	4 ^o ,5	4 ^o ,5	3 ^o ,2	3 ^o
Résidu fixe à 100 ^o	364	312	457	339	399	344	339
Matières organiques (Mn O ⁴ K alc.)	1,4	7,9	1,6	1,5	2,3	2,7	1,9
Chlorures (en NaCl).	41	32,7	40,3	29,2	34	39	28
Sulfates (en SO ³)	21	20	27	22	23,4	29	27
Nitrates (en N ² O ³).	20	24	19,2	21	26	21	28
Nitrites.	0	0	0	0	0	0	0

2° Le Mée. — La commune du Mée, dont l'altitude moyenne est de 70 m, est située à l'ouest-nord-ouest de Melun, sur une colline formant plateau au bord de la Seine. On rencontre la couche argileuse à très faible profondeur; l'eau s'y trouve à 3 m, 3^m,50 ou 6 m suivant l'altitude. En certains endroits l'eau vient sourdre à affleurement (le Radier).

Nous avons fait quatre prélèvements d'eau :

1° Eau du Radier (prélevée dans le ruisseau qui suit la voie du chemin de fer, partie gauche, via Paris);

2° Eau du lavoir;

3° Puits chez M. C... (profondeur du puits : 6^m,50; épaisseur de la nappe : 2^m,70);

4° Puits chez M. P... (profondeur du puits : 3^m,50; épaisseur de la nappe : 3^m,50).

Eaux de la commune du Mée.

	LE RADIER (source) prélevée sur la voie du chemin de fer P.-L.-M.	LE RADIER (source) prélevée au lavoir	PUITS chez M. C... Profondeur : 6 mètres ; épaisseur de la nappe : 2 ^m ,70	PUITS chez M. P... Profondeur : 3 ^m ,50 ; épaisseur de la nappe : 3 ^m ,50
Date du prélèvement	9/1917	9/1917	9/1917	9/1917
Degré hydrotimétrique total .	23°	29°	27°	27°
— après oxalate	7°	10°	7°	4°
— permanent (ébullition) .	9° ,5	12°	10°	11°
— après ébullition	1° ,5	2°	1° ,5	2°
Résidu fixe à 100°	268	302	539	397
Matières organiques (MnO ⁴ K alc.) .	1,3	1,1	2,1	1,4
Chlorures (en NaCl)	32,1	35,1	45,5	74,8
Sulfates (en SO ³)	19,4	20,2	19	18,7
Nitrates (en N ² O ⁵)	10,9	7,6	12,5	8,8
Nitrites	0	0	0	0

La composition minérale de ces eaux à peu près semblable nous fait présumer que l'on a affaire à une seule nappe d'eau dont fait partie le Radier. Ce dernier doit alimenter tous les puits du coteau.

Cette nappe est abondante, puisque le puits de M. P... a une épaisseur d'eau de 3^m,50 (basses eaux, août 1917).

Ces puits sont malheureusement peu protégés, la plupart sont à ciel ouvert et peu entretenus; leur situation au milieu des jardins où l'on cultive des légumes qui demandent engrais et fumier ne les met pas à l'abri des infiltrations nocives dans les parties élevées du pays (vu leur faible distance du sol, 3 m à 3^m,50).

La nocivité des puits est moins à craindre au Mée, puisque cette commune est alimentée par l'eau de la Glandée. Les conduites d'eau de la ville de Melun existent jusqu'au Mée. Un réservoir alimenté par l'eau

des réservoirs de Melun et situé entre Le Mée et Boissettes dessert ces deux communes en eau potable.

Les travaux effectués par le P.-L.-M. pour l'élargissement de la ligne et l'établissement des quatre voies de chemin de fer ont mis à nu une quantité de petites sources à affleurement de l'argile. Ces sources ont été captées et réunies dans des canalisations découvertes qui suivent chaque côté de la voie du chemin de fer (sous le nom de Radier).

Cette source est la propriété du P.-L.-M. Une partie alimente le lavoir du Mée, l'autre est canalisée, traverse le pont du chemin de fer (pont du Mée) et vient en partie aboutir au réservoir qui alimente la gare de Melun. L'excédent dérive à la Seine.

Avant que l'eau de la Glandée fût donnée à Melun, les habitants du canton sud de Melun prenaient leur eau d'alimentation au robinet situé à l'extérieur de la gare et desservi par le réservoir qu'alimentait le Radier.

Nous n'avons pas trouvé trace des analyses de cette eau ; mais son séjour dans des réservoirs en tôle par les fortes chaleurs d'été, après passage dans des ruisseaux à découvert, indique suffisamment à quel genre de pollution cette eau était exposée.

Ce robinet extérieur à la gare a été déplacé depuis que Melun possède l'eau de la Glandée. L'eau des réservoirs sert exclusivement à l'alimentation des machines.

Nous avons cherché à expliquer la différence de quantité de chlorures renfermés dans les eaux qui font partie de la même nappe hydrostatique par le dosage de ce sel dans les terres avoisinant ces puits. Nous avons choisi les puits C... et P... qui donnaient une teneur si différente en chlorures. Nous avons simultanément fait des prélèvements d'eau et de terre.

Les puits où ont été faits les prélèvements avaient

une situation à peu près semblable, au milieu d'un jardin potager à 10 à 12 m d'une habitation.

La prise de terre a été faite en amont du puits, à 40 cm de profondeur. Le terrain était légèrement humide.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

	DATE du prélève- ment	TERRE			EAU	
		Perte à 100°	Terre sèche à 100°	Chlorures (en NaCl) par kilo de terre sèche	Résidu sec à 100°	Chlorures (en NaCl) par litre d'eau
Puits M. C....	11/1917	8,39 %	91,61 %	164	521	46
Puits M. P....	11/1917	7,77 %	92,23 %	421	394	79

D'après ces résultats, on pourrait croire que les terrains avoisinants ont une certaine influence sur la quantité de chlorures renfermés dans ces puits.

3° Vaux-le-Pénil. — La commune de Vaux-le-Pénil, dont l'altitude moyenne est de 70 m, est située au est-nord-est de Melun, sur une colline bordant la Seine. Elle limite le côté nord-est de Melun comme Le Mée limite le côté nord-ouest. Les sources et les puits s'y alimentent à la nappe de la meulière.

La plus grande partie de cette commune est occupée par le château de M. Ephrussi et l'immense parc qui l'entoure; les autres habitations sont ou propriétés bourgeoises ou propriétés de villégiature.

Il existe deux fontaines publiques désignées sous les noms de fontaine Sainte-Gemme et fontaine des Vaux : leur eau est dure et calcaire. La nappe hydrostatique qui les alimente vient se déverser en partie à flanc de coteau sous le nom de source des Pigeons. Cette même nappe constitue en majeure partie l'eau des puits qui est également dure et calcaire et forte-

ment chlorurée par endroits, suivant qu'elle se trouve plus ou moins éloignée des habitations.

A de rares exceptions près, c'est une eau impropre à la consommation.

Les châtelains de Vaux-le-Pénil, pour obvier à cet inconvénient, ont fait creuser un puits qui vient prendre l'eau au-dessous du niveau de la Seine; l'élévation se fait au moyen de pompes actionnées mécaniquement et transportent l'eau dans des réservoirs chargés de la répartir dans les dépendances du château.

A part les sources précitées, nous avons analysé l'eau d'une propriété particulière sise au milieu du pays et l'eau d'un puits éloigné des habitations et situé sur la partie élevée du coteau : ce dernier, dont la profondeur totale est de 9 m, a été creusé de 4 m dans la glaise; il a l'avantage de n'être jamais asséché, même pendant les fortes chaleurs de l'été, alors que les émissaires naturels sont presque toujours taris. L'eau de ce puits est moins calcaire, moins chlorurée, sa potabilité meilleure.

Eaux de la commune de Vaux-le-Pénil

	PUITS LA R... propriété particulière	SOURCE DES PIGEONS	PUITS M. A... à 70 m de la SOURCE DES PIGEONS profondeur 9 m	FONTAINE SAINT-GEORGE	FONTAINE DES VAUX
Date du prélèvement.	4/1917	7/1917	7/1917	7/1917	7/1917
Degré hydrotimétrique total. . .	80°	52°	27°	41°	52°
— après oxalate	38°	50,5	60,5	51,5	110
— permanent	56°	30°	130,5	17°	29°
— après ébullition et oxa- late	19°	4°	5°	4°	6°
Résidu fixe à 100°	1520	728	436	554	583
Matières organiques (MnO ⁴ K alc.) .	1,4	1,5	1,3	1,7	1,9
Chlorures (en NaCl)	92,9	52,65	27,5	28,86	45,04
Sulfates (en SO ³)	60	59	33	60,3	69
Nitrates (en N ² O ⁴)	44	41	21,3	24	32
Nitrites	0	0	0	0	0

Comme pour les puits du Mée, nous avons cherché à expliquer la forte proportion de chlorures renfermés dans l'eau de certains puits ou sources en dosant les chlorures dans les terres avoisinantes. Nous avons effectué simultanément des prélèvements dans la partie amont présumée de la nappe à 40 cm environ de profondeur :

1° Dans un puits situé au milieu des habitations (la R...);

2° Près d'une source à affleurement (source des Pigeons);

3° Dans un puits éloigné d'environ 60 m de toute habitation mais entouré d'un terrain cultivé (puits M. A...).

Les résultats obtenus ont été les suivants :

	TERRE				EAU	
	Date du prélèvement	Perte à 100°	Terre sèche à 100°	Chlorures (en NaCl) par kilo de terre sèche	Résidu sec à 100°	Chlorures (en NaCl) par litre d'eau
LA R...	11/1917	18,5 °/o	81,5 °/o	122	1604	98
SOURCE DES PIGEONS . .	11/1917	18 °/o	82 °/o	134	760	52,6
PUITS M. A....	11/1917	17 °/o	83 °/o	187	452	28

Les conclusions relativement nettes pour Le Mée seraient ici difficiles à tirer.

Il résulte de toutes les analyses que nous avons faites sur les eaux des communes avoisinant Melun (à part celles de Dammarie-les-Lys, sur lesquelles nous reviendrons) :

1° Que la faible profondeur où elles coulent (la plupart sont des émissaires de nappe) les expose à se polluer facilement;

2° Que la plupart sont mauvaises et impropres à la

consommation, soit parce qu'elles sont trop calcaires ou qu'elles renferment un excès de matières organiques ou de chlorures;

3° Que si la ville de Melun avait eu recours à l'une de ces nappes, il aurait fallu trouver l'endroit propice où la nappe aurait été moins rapprochée du sol.

La ville de Melun a donc sagement agi en allant chercher dans une partie plus distante des maisons et dans une nappe située plus profondément l'eau destinée à son alimentation.

La nappe de la Glandée, dont la presque totalité est située sous la forêt de Fontainebleau, comme le démontrent les rapports faits par M. DILLON, offrait des garanties qu'il était intéressant d'étudier. Et les résultats obtenus, comme on le verra dans la seconde partie de ce travail, ont été concluants pour une bonne adduction d'eau potable à Melun.

CHAPITRE II

I — ADDUCTION D'EAU POTABLE A MELUN

(EAU DE LA GLANDÉE)

Jusqu'en 1912 la ville de Melun était alimentée en eau par les puits particuliers ou par la Seine.

La prise d'eau de Seine se faisait en face la prison centrale au milieu du bras de Seine vis-à-vis de l'usine située quai Saint-Ambroise. Le lieu n'était pas bien choisi. En effet, à cet endroit se trouve une épaisse couche de limon formé de détritrus de toutes sortes amenés par le courant qui, coupé à la pointe de l'île, vient se déverser sur les bords opposés.

Cette eau, conduite dans de grands réservoirs où elle était décantée, était livrée à la consommation. Aussi était-elle jaune au moment des pluies abondantes; elle laissait des traces dans les carafes.

Raisons sanitaires de l'adduction d'eau potable. — En 1893, une épidémie se déclara à la caserne, provoquant une légitime émotion dans la population. Elle était due, d'après les édiles de Melun, au mauvais état dans lequel se trouvait alors le casernement. Le département de la Guerre fit, après enquête, connaître à la ville de Melun une décision formelle : « Elle devrait construire de

nouvelles casernes ou elle verrait la garnison tout entière quitter la ville. » Après de nombreux pourparlers, l'État imposa, outre un sacrifice pécuniaire considérable, pour la construction de nouvelles casernes, l'obligation de substituer dans les nouveaux casernements l'eau de source à l'eau de Seine.

« Dans le cas où cette substitution ne pourrait avoir lieu avant l'occupation des nouvelles casernes, la ville céderait au département de la Guerre le droit de prendre à la source Saint-Barthélémy et de refouler aux frais de la ville 15 m³ d'eau par jour pour la consommation des troupes. »

Les casernes étaient terminées depuis plusieurs années que l'Administration de la Guerre, malgré l'offre faite par la ville de donner l'eau de la source Saint-Barthélémy pour l'alimentation, en même temps que l'eau de Seine pour les autres usages, se refusa à les occuper, déclarant que ce n'était là qu'une solution provisoire et qu'elle voulait une solution définitive.

Le département de la Guerre jugeait qu'il n'était pas possible d'avoir deux sortes d'eau, l'eau de source pour l'alimentation des hommes, et l'eau de Seine pour les autres services. Il estimait que l'eau de Seine devait être complètement proscrite.

Devant cette contrainte d'alimenter les casernes, non plus de 15 m³, mais de 80 à 100 m³ d'eau de source par jour, la ville fut amenée naturellement à tenter de réaliser pour la population civile ce qu'elle devait faire pour la garnison, dans un but très louable d'hygiène. En effet, mettre deux eaux différentes à la disposition des habitants de la ville, c'était s'exposer à ce que ceux-ci se servissent indistinctement de l'une ou de l'autre, et, de la sorte, les dangers que faisait courir l'eau de Seine restaient sensiblement les mêmes.

D'autre part, double canalisation, doubles frais, et

comme Melun n'a guère qu'une population, tant civile que militaire, de 13.000 habitants, la dépense semblait hors de proportion avec l'importance de la ville qui est relativement étendue.

L'Administration civile parut d'abord ne vouloir admettre que la première solution. Eau potable d'une part; eau pour autres usages d'autre part. La lettre de M. le Ministre de l'Intérieur disait en effet : « La ville ne doit pas être autorisée à capter par jour plus de 1.200 m³ d'eau, volume suffisant pour son alimentation en eau potable. »

Devant cette décision on eût été dans l'obligation d'abandonner tout projet.

Fixer un maximum pour chaque jour n'était pas chose nécessaire étant donnée la consommation actuelle.

La moyenne annuelle de l'eau de Seine consommée alors était de 1.250 m³ par jour : la consommation variait suivant les saisons; en hiver, elle était de 900 m³; en d'autres saisons, elle allait de 1.000 à 1.500; en été, elle était, pendant certains jours, de 2.500 et montait exceptionnellement, pendant huit à dix jours, à 3.000 m³.

C'est ce qui ressort du tableau ci-dessous établi par la Société des Eaux.

Il a trait à la période 1903-1907; mais il n'y a pas de doute qu'il ne soit valable pour les périodes antérieures.

ANNÉES	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	TOTAUX
1903	31.303	31.893	33.147	36.333	44.684	57.238	60.914	49.964	52.430	42.820	36.770	34.095	511.492
1904	30.288	25.547	31.196	38.536	48.338	49.590	72.096	64.436	44.120	40.000	39.645	37.310	521.092
1905	37.773	37.910	36.109	37.688	49.880	58.590	61.415	60.242	46.004	43.574	31.798	39.770	548.753
1906	40.442	34.552	40.148	39.560	45.604	59.078	56.858	57.050	54.917	45.482	40.060	40.838	554.789
1907	31.764	34.635	38.388	38.234	49.954	48.390	56.486	64.634	52.250	43.774	43.088	40.500	549.597

De plus, la ville était liée par un traité avec la Société des Eaux. Cette Société avait le droit exclusif de placer des tuyaux de conduite sous les voies et rues; elle se serait trouvée dans l'impossibilité de satisfaire ses abonnés si elle ne pouvait leur donner toute la quantité d'eau qui leur était nécessaire. Comment lui imposer de ne distribuer jamais plus de 1.200 m³ par jour?

Quelle indemnité réclamerait-elle?

Dans ces conditions, la ville décida d'accepter de prendre un cube moyen mais non un cube fixe.

Une délibération du conseil municipal avait fixé la moyenne à 1.400 m³ par jour en prévision de l'augmentation de la ville et de l'augmentation probable des abonnés, en présence de l'adduction d'une eau de bonne qualité.

C'est sous cette forme que se posa d'abord le problème de l'alimentation en eau potable de la ville de Melun.

II — HISTORIQUE DES RECHERCHES

Ce n'est qu'en 1897 que le conseil municipal adopta en principe le projet de substituer l'eau de source à l'eau de Seine.

RECHERCHE D'EAU POTABLE

Le problème était complexe, nous venons de le dire : il fallait, en effet, trouver en quantité suffisante une eau de source de bonne qualité, bien protégée contre les causes possibles de contamination, respecter la convention passée avec la Société des Eaux et ne pas s'engager dans des dépenses incompatibles avec la situation financière de la localité.

Des analyses faites en 1897 par M. VAILLARD.

médecin principal au Val-de-Grâce, sur ordre du général commandant la région, avaient montré que les eaux de Melun, bien que bonnes dans leur ensemble, n'offraient pas toute sécurité. Voici d'ailleurs ces analyses.

Elles portèrent sur sept échantillons expédiés au Val-de-Grâce le 9 juillet 1897, dans de bonnes conditions; l'examen fut purement bactériologique :

Extrait du rapport de M. Vaillard.

Échantillon n° 1. Source de Dammarie . . .	950	} Germes aérobies par cm ³
— n° 2. Source de la tranchée de Cesson	1.450	
— n° 3. Source de Rubelles. . . .	5.250	
— n° 4. — de Trois-Moulins . . .	200	
— n° 5. — de St-Barthélemy . . .	1.450	
— n° 6. Puits du four à chaux . . .	200	
— n° 7. Puits de la cantine des nou- velles casernes	3.850	

« Les chiffres 950 et 200 peuvent être considérés comme exprimant la teneur réelle des échantillons 1 et 6, la numération n'ayant été interrompue à aucun moment par la liquéfaction de la gélatine. Les chiffres 1.450, 200, 1.450 sont inférieurs à la réalité des échantillons 2, 4 et 5 (liquéfaction survenue le douzième, huitième et onzième jour). Les chiffres 5.250 et 3.850 pour les échantillons 3 et 7 s'éloignent beaucoup plus des chiffres vrais (liquéfaction le cinquième jour).

« Les espèces trouvées sont d'ordre banal, l'analyse n'a décelé la présence ni de bactérium coli, ni de bacille d'Eberth. »

Conclusions.

Échantillons 1, 4 et 6	Eaux très bonnes.
— 2 et 5	Eaux bonnes.
— 3 et 7	Eaux passables.

Les premières recherches pour une eau plus pure et plus abondante furent faites dans les environs dans un périmètre de 8 à 10 km et consignées dans un rapport du docteur SIMERAY.

Ce rapport établissait :

1° Que sur la rive droite de la Seine il n'y avait aucune chance de succès de trouver de l'eau potable dans les conditions requises, soit du fait de l'insuffisance des sources, soit par suite de la mauvaise qualité des eaux ;

2° Que les recherches, d'après les études faites et les renseignements recueillis, devaient être continuées sur la partie du territoire située entre le Lys et Brolles, au sud-sud-est de Melun, sur la rive gauche de la Seine.

Ce rapport se terminait par une demande de crédits destinés à opérer les forages en divers points. Un crédit de 3.000 francs permit à l'architecte BERNARD-RENAUT de pratiquer divers forages (1897-1898).

Ils démontrèrent que sur le plateau situé entre le Lys et Brolles, dans divers points choisis, l'eau se trouvait à une hauteur sensiblement uniforme.

Devant ces résultats importants et encourageants la municipalité pensa avec juste raison qu'avant de s'engager davantage, le moment était venu de procéder avec prudence et de s'adresser à des compétences spéciales. Sur la demande de M. DELAROE, maire de Melun, M. VEILHAN, ingénieur de la Compagnie des Eaux de Paris, vint à Melun afin de visiter la partie de la forêt qui avoisine la ville et de déterminer les travaux préliminaires. Son avis fut le suivant : « Il y a lieu d'exécuter à la Glandée, à l'emplacement des sondages déjà pratiqués — ou mieux dans un champ voisin — un forage de dimensions suffisantes pour qu'on puisse y installer une pompe d'épuisement et exécuter un sondage analogue au pied du coteau de Brolles. »

Dans une lettre particulière il conseillait de laisser momentanément de côté, comme étant moins favorables, les sondages pratiqués au-dessus de la Table-du-Roi, le long de la route de Bourgogne (point 4) (1). D'après cet avis, le puits de la Glandée (point 1) fut creusé en 1898. Des essais d'épuisement satisfaisants furent exécutés.

ANALYSES DES EAUX DE LA GLANDÉE

C'est à cette époque que furent prélevés des échantillons d'eau qui furent examinés par M. VIVIER, directeur de la Station agronomique de Melun, qui conclut à une eau excellente, par M. VAILLARD, du Val-de-Grâce, qui conclut à une bonne eau potable, et par M. POUCHET, du laboratoire du Comité consultatif d'hygiène publique, qui conclut à une eau de qualité très médiocre.

Au surplus, voici les résultats de ces analyses réunies dans un même tableau. On verra que les chiffres diffèrent passablement de l'une à l'autre, et même, pour un seul opérateur, d'une époque à une autre. M. POUCHET fit deux analyses, l'une le 27 janvier 1899, l'autre le 20 avril ; M. VAILLARD avait fait la sienne en mars 1899 ; M. VIVIER, en avril.

(1) Voir carte géologique, pl. I.

EAUX DE LA GLANDÉE

**Résultats comparatifs des analyses (Comité consultatif,
Val-de-Grâce, Station agronomique de Melun)**

Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre.

	COMITÉ consultatif 27 janvier 1899	VAL- DE-GRÂCE mars 1899	STATION agronomique avril 1899	COMITÉ consultatif 20 avril 1899
Degré hydrotimétrique total.	15 ^o ,0	13 ^o ,5	12 ^o ,0	16 ^o ,5
Degré permanent.	2 ^o ,5			2 ^o ,5
Matière or- ganique } par MnO^4K } acide.	1,0	1,1	1	1,750
évaluée en } par $MnO^4Kalc.$ oxygène	0,5		1	1,250
Oxygène dissous (en poids) .	9,250	8,95	7,875	7,500
Ammoniaque et sels ammo- niacaux.	Traces.	0,2	Traces extrê- mement fai- bles.	Traces.
Azote albuminoïde		0,08	0	Traces.
Chlorure de sodium (en $NaCl$).	40,4	33	42,7	48,4
Chlore (en Cl).	24,5		37,6	29,3
Acide phosphorique.	0		Très faible.	Très faible.
Nitrates (en AzO^3H).	22,3	4,9	11,9	29,5
Nitrites.	0	0	Traces extrê- mement fai- bles.	Faibles traces.
Résidu à 110 ^o	274	262	294,5	
Résidu après calcination. . .	230,5	252	233	
Perte au rouge	43,5	10	56,5	
Silice (en SiO^2).	22			
Chaux (en CaO).	85,1		82,6	
Mg (en MgO).	6,4		28,4	
SO^4H^2 (en SO^3).	7,5			18,5
Composition probable :				
Silice (en SiO^2).	22			
Sulfate de chaux (en SO^4Ca).	12,7			
Carbonate de chaux :				
(en CO^2Ca).	125,2			
Carbonate de Mg (en CO^2Mg).	13,4	33	42,7	48,4
Chlorure de sodium (en $NaCl$).	40,4			
Nitrate de chaux :				
(en AzO^3) ² Ca	28,9			

EXAMEN BACTÉRIOLOGIQUE

1° *Comité consultatif.* — Cette eau renferme 40 germes aérobies par centimètre cube (vingt-cinq jours après l'ensemencement).

Spécification. — Levure brune, micrococcus rosé, micrococcus viscosus, bacillus aquatilis fluorescens.

2° *Station agronomique.* — Cette eau renferme 75 germes un mois et demi après : bacillus aquatilis, cinabarcus, aurantiacus, versicolor, levure blanche.

Conclusions.

Comité consultatif. Eau de qualité très médiocre.

Val-de-Grâce. Cette eau a la composition d'une bonne eau potable.

Station agronomique Eau de bonne qualité.

M. POUCHET trouvait donc l'eau de qualité très médiocre et, comme le Comité consultatif peut avoir le dernier mot, son avis pouvait aussi être d'un grand poids. Il concluait ainsi :

« Les résultats de la seconde analyse confirment absolument les conclusions de la première, et montrent que la nappe est insuffisamment protégée contre les souillures superficielles, ainsi que le démontrent avec la plus entière certitude les variations dans la composition chimique. »

Le 21 avril 1899, M. VIVIER, directeur de la Station agronomique, fut chargé par la municipalité de Melun de demander une entrevue à M. POUCHET. Voici les conclusions de leur entretien :

« Cette eau, voisine de la surface, est exposée à se polluer facilement ; elle n'est pas mauvaise actuellement mais peut le devenir. Elle peut être acceptée si

l'on n'en trouve pas de meilleure ou plutôt dans de meilleures couches. Si la composition de la nappe ne varie pas pendant un certain temps, c'est qu'elle est suffisamment puissante pour que les causes de variation (proximité de la surface du sol, nature du sol) soient peu efficaces. Dans ces conditions on peut l'utiliser sans crainte. »

D'après M. POUCHET l'eau de Dammarie et celle de la Glandée ne proviennent pas de la même nappe. (Il se base sur les différences de composition chimique.)

Le 4 juillet 1899, M. VAILLARD a fait une nouvelle analyse de l'eau de la Glandée dont voici le résultat. Les nitrates y étaient beaucoup plus abondants que la première fois, d'où la même conclusion que cette eau devait être surveillée.

Analyse de M. Vaillard (4 juillet 1899).

Couleur . . .	Incolore		Chlorure de Ba acide. . .	louche.
Odeur . . .	Inodore		Azotate d'argent.	précipité.
Saveur . . .	Agréable		Olaxate d' AzH^3	{ précipité assez abondant.
Réaction . .	Neutre		Réactif de Nessler	{ pas de coloration.
Degré hydrotimétrique.				14°,5
— — — — —			après ébullition	10°,0
Résidu fixe à 100°.				278,8
— après calcination				253,8
Sulfates				pas dosable.
Chlorures (en NaCl)				29
Nitrates (en $N^2 O^5$)				26
Nitrites				néant.
Matières organiques {			par MnO^2K acide	1
			par MnO^2K alc.	1
Oxygène dissous				10,208
$Az H^3$ libre				0,45
Ammoniaque albuminoïde				0,04

CONCLUSIONS. — Bonne eau, mais à surveiller en raison des nitrates qu'elle renferme.

Le projet de la prise d'eau à la Glandée, à la suite de ces expertises, allait être abandonné, mais heureusement la municipalité tenta un dernier effort; elle invita MUNIER-CHALMAS à visiter toute la région intéressée; l'éminent géologue fit trois inspections successives des lieux et trancha définitivement la question dans un rapport dont nous donnons ci-dessous l'esprit.

RAPPORT DE MUNIER-CHALMAS

Six sondages furent faits sur des emplacements indiqués sur notre carte par des numéros.

Le forage principal (puits n° 1), situé près de la route de Bourgogne, au lieu « la Glandée », sur la lisière du bois, a donné les renseignements suivants :

Sous la terre végétale se trouvent 13 m de sable de Fontainebleau à grain fin : ils sont très argileux à la partie supérieure, par suite difficilement perméables. Au-dessous des 13 m de sable, on rencontre un banc de meulière vacuolaire (1 m) dans lequel les eaux souterraines circulent facilement. Le forage a été arrêté dans les calcaires de Brie, mais n'a pas atteint les argiles vertes qui forment un niveau complètement imperméable.

C'est dans ce puits qu'ont été faits les essais de débit; la surface libre de l'eau s'élève à 74 m d'altitude, ce niveau, d'après de nombreuses observations, est presque invariable.

L'eau potable désirée par la ville de Melun provient de la nappe aquifère de ces meulières vacuolaires.

Voici, d'après MUNIER-CHALMAS, la topographie de cette nappe et ses relations avec la surface du sol et les eaux de pluie :

« Le grand plateau sur lequel est foré le puits de la

Glandée va vers l'Est et est entièrement recouvert par la forêt de Fontainebleau. » Nous reproduisons pl. I cette portion de carte géologique correspondante, d'après les tracés de la feuille de Melun ⁽¹⁾ publiée par le Service de la carte géologique de France, avec les modifications relatives à la petite vallée dans laquelle a été creusé le canal de décharge de la Mare aux Évées (désigné sur la carte sous le nom de ru de la Mare aux Évées). Cette modification est le résultat de six sondages; les trois principaux sont marqués en rouge et sont situés à l'est de Villiers-en-Bière; d'autre part, nous reproduisons, pl. II, les deux coupes du terrain suivant les flèches A et B qui en représentent des directions importantes sur la carte. La coupe A indique que la dépression par où passe le ru de la Mare aux Évées est recouvert d'une couche de plus de 10 m de sable de Fontainebleau. La coupe B suit la direction probable des eaux souterraines et montre que les eaux qui arrivent au puits de la Glandée s'infiltreront sur les points où les sables atteignent leur maximum de puissance.

« Ces sondages ont montré que partout la nappe aquifère est protégée par plus de 10 m de sable et que la meulière vacuolaire n'affleure pas le long du ru de la Mare aux Évées (donc rien à craindre de ce côté). La présence de meulière sur ce point aurait été, par suite des infiltrations possibles, une cause de contamination, l'erreur relative sur la carte géologique de Melun provient de ce que la profondeur de cette petite dépression est très exagérée sur la carte d'état-major.

« Le plateau est donc complètement isolé par des vallées. A la base des assises tertiaires qui le constituent, on observe d'abord des argiles vertes (teinte verte M''' b) complètement imperméables; ces argiles,

(1) Cette feuille est actuellement introuvable.

qui dessinent nettement les contours du plateau; supportent le calcaire de Brie (teinte jaune M''' a) qui se termine par le banc de meulière vacuolaire (1 à 2 m) formé uniquement de silice. C'est une roche qui provient de la décalcification des calcaires siliceux, la disparition complète du calcaire a laissé de nombreuses cavités très irrégulières et très variables comme dimensions. Cette structure particulière fait jouer au banc de meulière vacuolaire un rôle capital dans la circulation des eaux souterraines. C'est un véritable collecteur. Au-dessus du banc de meulière s'élève la masse puissante des sables de Fontainebleau (violet M'') qui recouvre entièrement le plateau. Ces sables, qui n'ont que 4 à 5 m d'épaisseur sur les bords du plateau, atteignent jusqu'à 50 m dans les points où ils forment les petites collines qui sont couronnées par les calcaires de Beauce (teinte jaune M). Ils sont généralement très argileux vers les parties supérieures et souvent recouverts par une couche irrégulière de gravier.

« D'une manière générale, mais dans des conditions déterminées, il se forme des azotates à la partie supérieure des sables par suite de la fermentation nitrrique; il peut même s'en former dans les points où il y a de la matière organique sous l'influence d'effluves électriques (indiqués par BERTHELOT).

« Les sables de Fontainebleau, qui sont formés de silice ne contenant plus de calcaire, sont très fins et assez régulièrement calibrés; ils ont un pouvoir filtrant considérable.

« L'eau de pluie dissout les azotates et entraîne une partie de la matière organique qui est détruite ou complètement arrêtée par le filtrage avant d'atteindre la nappe aquifère; seuls les azotates passent.

« Les eaux de pluie ainsi filtrées contenant des azotates, après avoir traversé les sables, arrivent au

contact du banc de meulière vacuolaire qui joue le rôle de grand collecteur et qui les draine avec la plus grande facilité. Ce sont ces eaux qui doivent être utilisées pour l'alimentation de la ville de Melun. »

MUNIER-CHALMAS a aussi examiné si ces eaux pouvaient être contaminées en certains points par suite d'infiltrations. Voici ce qu'il dit à ce sujet :

« L'étude de la topographie souterraine des différentes couches tertiaires constituant le plateau montre très nettement (d'après la carte géologique) qu'elles font partie de deux synclinaux, séparés par un anticlinal qui passe au nord de Fontainebleau. L'axe de cet anticlinal, indiqué par une ligne bleue sur la carte, sert de ligne de partage aux eaux de pluie qui pénètrent dans les sables.

« Si le synclinal du nord (synclinal Melun) avait son axe horizontal, les eaux qui tombent sur le versant nord de l'anticlinal prendraient la direction indiquée par les flèches rouges supérieures, mais comme cet axe se relève vers l'est, il en résulte que les eaux, qui suivent toujours la plus grande pente, s'écoulent sensiblement suivant la direction N.-N.-O. indiquée par la flèche noire.

« Sur le versant sud, les eaux prennent une direction opposée, c'est-à-dire qu'elles se dirigent vers le S.-S.-O., en partie sur Fontainebleau.

« Étant données cette disposition stratigraphique et l'épaisseur du manteau de sable qui recouvre la nappe aquifère, on ne peut prévoir, sur le parcours de la ligne bleue, indiquant l'axe de l'anticlinal, aucune cause probable et naturelle de contamination. »

On pourrait ensuite se demander si le banc de meulière vacuolaire pouvait devenir dans les points où il affleure une cause possible de contamination par suite d'infiltrations.

D'après MUNIER-CHALMAS, « il faut éliminer d'abord

tous les accidents qui pourraient résulter des cours d'eau circulant dans les vallées qui contournent le plateau, puisque la meulière n'affleure qu'à une altitude bien supérieure aux plus grandes inondations que l'on puisse prévoir ».

« Mais il y aurait à craindre les infiltrations pouvant se produire dans d'autres conditions sur les bords du plateau où les affleurements de la meulière vacuolaire sont simplement recouverts par un manteau d'argile rouge de décalcification, peu épais, mais très perméable. *A priori*, cela présente peu de garantie, les deux observations qui suivent montrent qu'il n'en est rien.

« Premièrement, il y a abaissement du niveau de la surface hydrostatique sur tout le périmètre du plateau. Il en résulte que la nappe aquifère s'écoule au contact des argiles vertes imperméables.

« Deuxièmement, par suite de l'écoulement partiel des argiles vertes de la vallée, sous la pression des roches qu'elles supportent, il y a sur tout le périmètre du plateau diminution de leur épaisseur et, par suite, abaissement notable des calcaires de Brie et de la meulière vacuolaire.

« Ces considérations font que les eaux qui peuvent s'infiltrer en très petite quantité dans la meulière vacuolaire s'écoulent dans les vallées et non dans la nappe aquifère. C'est ce que les coupes suivant A et B font ressortir; on y a figuré un abaissement sérieux de la nappe hydrostatique au voisinage des bords du plateau.

« Même en se plaçant dans les conditions les plus défavorables et en admettant, par exemple, que sur le bord ouest du plateau les eaux souterraines soient contaminées par infiltrations, il n'y aurait rien à craindre, car ces eaux contaminées en suivant la ligne de la plus grande pente indiquée par *flèche noire*, pas-

seraient à plusieurs kilomètres du puits de la Glandée. »

MUNIER-CHALMAS avait ainsi conclu :

« 1° Les eaux de la Glandée sont dans des conditions de filtrage et de pureté qui doivent les faire utiliser comme eaux potables et de bonne qualité;

« 2° Les conditions géologiques sont telles que toute contamination naturelle paraît improbable;

« 3° Les azotates (c'était le gros écueil) en dissolution dans l'eau proviennent pour la plus grande partie de la fermentation nitrique qui se produit à la partie supérieure des sables;

« 4° Les eaux de sources qui émergent sur le pourtour du plateau et qui proviennent de la même nappe aquifère sont plus ou moins calcaires. Elles traversent sur les pentes des coteaux des éboulis et se trouvent, de ce fait, placées dans des conditions stratigraphiques où la contamination peut être relativement facile. »

PUISSANCE DE LA NAPPE

Un point important était acquis par le rapport de MUNIER-CHALMAS : la nappe de la Glandée réunissait toutes les conditions de pureté et de protection requises pour l'adduction d'une bonne eau potable. Il restait à déterminer si elle était en quantité suffisante. Ces expériences avaient déjà été faites en partie avant le susdit rapport.

La première expérience eut lieu à la Glandée du 28 décembre 1898 au 27 janvier 1899 avec arrêts intermittents. Il y eut cent vingt-six heures de marche, le cube élevé fut d'environ 27.000 m³ en trente jours, soit environ 920 m³ par vingt-quatre heures.

Du 26 juin 1899 au 4 juillet, soit pendant neuf

jours, les pompes élevèrent 42.200 m³, soit 4.700 m³ par vingt-quatre heures.

L'observation des puits de la région ne permit de reconnaître aucun indice d'une variation pouvant être attribuée aux épuisements.

Tous les essais qui précèdent furent faits sans beaucoup de méthode, maintenus trop peu de temps et avec des instruments qui n'étaient pas appropriés au but que l'on se proposait. C'est alors qu'au commencement de 1900, pour faire une preuve plus complète et contrôler d'une façon plus précise les résultats, la municipalité chargea M. DILLON, ingénieur hydraulicien, de bien vouloir procéder à de nouveaux essais qui eurent lieu du 23 janvier au 16 mars 1901.

EXTRAIT DU RAPPORT DILLON

M. DILLON divise son travail en plusieurs parties.

« 1° Étude sur la nappe aquifère, sa puissance, son alimentation possible, son écoulement par divers émissaires, le renouvellement de l'eau écoulée;

« 2° Compte rendu du pompage, résultats, débits journaliers, variabilité des niveaux;

« 3° Quantité d'eau disponible. Conclusions.

Puissance de la nappe. — « Bien que l'évaluation approximative de la puissance de la nappe d'eau soit très importante, on comprend que cette évaluation du cube qui baigne la meulière et la partie inférieure des sables ne puisse être faite avec précision.

« En admettant d'abord que le cube d'eau qui peut être contenu dans les fissures ou diaclases que présentent les calcaires de Brie, soit négligeable, pour connaître la quantité d'eau renfermée dans la meulière

vacuolaire, il faut d'abord évaluer le volume total de cette assise, puis les vides qu'elle présente. D'après MUNIER-CHALMAS cette couche a une épaisseur de 1 à 2 m, soit 1^m,50 en moyenne, sa surface située entre l'axe de l'anticlinal et les bords de l'argile verte est approximativement de 95 km², son volume total est donc d'environ $95.000.000 \times 1^m,50 = 142.500.000 \text{ m}^3$.

« En examinant les échantillons de meulière ramenés par le creusage du puits à la surface du sol, on peut estimer les vides à environ 1/10^e ou 1/15^e de son volume. Prenons 1/12^e. Cette couche contiendrait donc environ 12.000.000 m³ d'eau.

« Mais si l'on tient compte de la position de la ligne hydrostatique sur la coupe B de MUNIER-CHALMAS et de la diminution de la nappe d'eau au voisinage des anticlinaux, il vaut mieux ne prendre que les deux tiers de ce cube, soit 8 millions de m³ pour ce qui imbibe la meulière vacuolaire.

« Mais, en réalité, il y a aussi de l'eau dans le sable qui surmonte la meulière. Ainsi, au puits de la Glan-dée, l'eau remonte à la cote 74,0; il y aurait donc ici près de 1 m d'eau dans la partie inférieure des sables. »

En se basant sur les coupes de MUNIER-CHALMAS, tenant compte de ce que vers l'anticlinal il y a asséchement des sables et que seulement la moitié du plateau, soit 45 km², est mouillée, M. DILLON estime que la réserve d'eau superposée à la précédente a une hauteur moyenne de 50 cm, ce qui donne un volume de : $45.000.000 \times 0,50 = 22.500.000 \text{ m}^3$ de sables mouillés.

La quantité d'eau contenue dans ces sables, bien qu'aucune expérience n'ait été faite, peut être supposée d'un quart de leur volume; cela ferait environ 5 millions de m³, soit un total de 13 millions de m³ disponibles.

Alimentation de la nappe. — La valeur de l'alimentation annuelle de la nappe a été étudiée d'une façon très relative par le rapporteur, qui n'eut ni les éléments ni le temps suffisants.

MUNIER-CHALMAS croyait qu'à la Glandée la couche des sables, à sa partie supérieure, était peu perméable. D'après M. DILLON, il peut se faire qu'à la partie supérieure de la forêt, c'est-à-dire vers l'axe de l'anticlinal, les sables le soient davantage, cela est même certain, sans quoi la nappe d'eau n'aurait pas l'importance qu'on lui attribue généralement, et n'aurait pas donné naissance aux émissaires que l'on rencontre sur le pourtour.

Néanmoins, la quantité d'eau qui pénètre dans le sol est beaucoup moins importante qu'on ne le pense généralement. On peut l'estimer aux $\frac{3}{7}$ de la quantité d'eau qui tombe annuellement. Encore faut-il évaluer à 60 % la perte d'eau due à l'évaporation.

M. DILLON fut ainsi amené à conclure qu'il n'allait au réservoir souterrain que le quart de l'eau tombée. Il continuait ainsi :

« Dans l'expérience qui a été faite pour le bassin de la Vanne, il a été démontré que le coefficient d'absorption s'est trouvé égal à 0,07, de beaucoup inférieur au quart que nous venons de calculer. Pour les raisonnements qui suivent, prenons le coefficient comme égal à 15 %.

« Le terrain qui nous occupe étant en partie sensiblement imperméable sur une portion, on peut réduire le coefficient de moitié en supposant l'autre partie du terrain suffisamment perméable. On obtient ainsi 8 % comme coefficient moyen applicable à tout le plateau.

« A Melun, les renseignements du pluviomètre indiquent une hauteur d'eau annuelle de 50 cm, ce qui donne pour la partie absorbée :

$$0,50 \times 0,08 \times 95.000.000 = 3.800.000 \text{ m}^3.$$

« Ce sont là des données approximatives. »

Emissaires. — Les émissaires qui évacuent les eaux de la nappe de la Glandée n'ont pas été étudiés non plus de façon précise.

On ne peut guère parler qu'à titre de renseignement de la source de Dammarie et de celle du château de Vives-Eaux. La première a un débit moyen d'émission de 20 litres à la seconde; la deuxième a un débit de 15 litres environ par seconde, ce qui fait par année : $35 \times 86.400 \times 365 = 1.103.760 \text{ m}^3$.

Il resterait donc un volume annuel de $2.700.000 \text{ m}^3$ qui disparaissent par des points ignorés ou par des émissaires connus, mais que nous ignorons, et aussi à travers les éboulis ⁽¹⁾.

« *Renouvellement de l'eau écoulée.* — De tout ce qui précède, on peut affirmer qu'il s'est établi, dans le sous-sol de la forêt de Fontainebleau, un état d'équilibre; que la quantité d'eau absorbée par le sol est égale sensiblement à celle qui s'écoule par les divers émissaires. L'eau de pluie pénètre plus ou moins lentement à travers les sables, dont la partie supérieure est perméable, pour se réunir et former la nappe dont il vient d'être parlé; ces eaux sans cesse renouvelées s'écoulent par les vides qui existent dans la meulière vacuolaire, suivant la direction indiquée par MUNIER-CHALMAS, ce qui a été vérifié par les nivellements et les diverses altitudes de l'eau à la surface des différents puits. »

(1) En admettant ces données approximatives que $2.700.000 \text{ m}^3$ disparaissent par les émissaires, il ne devrait plus s'écouler par ces derniers après les prélèvements faits par la ville de Melun (dont la moyenne journalière 2.500 m^3 correspond à 912.500 m^3 par an) que :

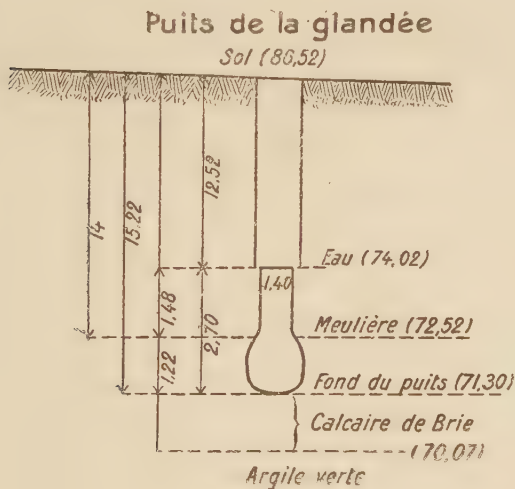
$$2.700.000 \text{ m}^3 - 912.500 \text{ m}^3 = 1.787.500 \text{ m}^3$$

Or, si le débit des sources reste constant, ne pourrait-on pas admettre que les prises d'eau faites par la ville ont une répercussion sur la nappe même de la Glandée et avoir l'explication de la baisse de niveau constatée à l'usine? (Voir graphique pl. III).

COMPTE RENDU DES POMPAGES. — *Disposition et profondeur des puits* (Suite du rapport DILLON). — « Il ne faudrait pas conclure que la quantité d'eau prévue plus haut soit disponible, comme on le croirait *a priori*, et que l'on pourrait y puiser la quantité d'eau nécessaire à la ville, soit le quart environ. Cette question devait être résolue par le résultat des pompages.

« Le puits de la Glandée fut creusé avec une section de $2^m,20 \times 2^m,20$ dans les sables, puis avec une section de $1^m,40 \times 1^m,40$ dans la meulière. La surface du sol était à la cote 86,52, la surface de la nappe 74, ce qui donne $12^m,52$ avant d'atteindre l'eau.

« Les sables finissaient $1^m,48$ plus bas (cote 72,52), où affleure la meulière. Le puits fut descendu à $1^m,22$ plus bas que la surface supérieure de la meulière (cote 71,30), ce qui porte la hauteur totale du puits à $15^m,22$ et la hauteur d'eau à $2^m,70$. Le fond du puits est constitué par une couche de calcaire de Brie ($1^m,23$) qui repose sur l'argile verte (cote 70,07) (Voir figure).



« Comme devant servir de puits témoin, on avait fait forer un deuxième puits de 9 à 10 cm de diamètre, tubé jusque dans sa partie inférieure à 15^m,25 au-dessous du niveau du sol, dont la cote d'altitude était de 86,94; avant d'arriver à la meulière, on a trouvé l'eau à 12^m,87, puis on a traversé une couche de gravier de 39 cm d'épaisseur. Enfin, dans la couche de meulière ou roche qui avait 1^m,51 d'épaisseur, on a rencontré un vide de 50 cm.

« Pour bien se rendre compte des quantités d'eau prélevées, on avait installé :

« 1° Un compteur de tours sur l'arbre de commande de chaque pompe;

« 2° Une bêche en tôle comportant un hydromètre enregistreur Richard indiquant à chaque instant les hauteurs d'eau de cette bêche;

« 3° A 150 m du puits, on avait mis un barrage en planches présentant une échancrure rectangulaire de 50 cm de largeur où l'on mesurait à chaque contrôle la hauteur d'eau. Ce barrage était placé en travers du fossé qui évacuait les eaux au ru de la Mare aux Évées.

« Un autre barrage semblable était établi environ 3 km plus loin.

« *Moyens de contrôle.* — Deux locomobiles actionnant chacune une pompe au puits de la Glandée devaient marcher nuit et jour pendant vingt jours avec arrêt de une heure par vingt-quatre heures pour nettoyage et graissage.

« Tous les appareils devaient se contrôler réciproquement.

« Tous ces contrôles ayant bien concordé ont prouvé que tout le terrain aux environs du puits était absolument imperméable, comme l'avait annoncé MUNIER-CHALMAS.

« Les pompages commencés le 23 janvier 1901 ont duré jusqu'au 16 mars 1901, avec deux interruptions principales et quelques arrêts accidentels. »

Il y eut trois périodes de travail : la première de onze jours, cinq jours d'arrêt; la deuxième de huit jours, puis six jours d'arrêt; la troisième période a duré exactement vingt-deux jours.

Les résultats de débit ont été les suivants :

1 ^o Période du 23 janvier au 3 février.	27.725 m ³
soit une moyenne journalière de.	2.520
2 ^o Pendant la deuxième période de 8 jours	21.438
soit une moyenne journalière de.	2.679
3 ^o La troisième période se divise en deux parties :	
1) Du 23 février au 9 mars, c'est-à-dire en 15 jours,	
on a enlevé	51.341
soit par jour.	3.423
2) Du 9 mars au 16 mars, soit en 7 jours, on a en-	
levé	20.297
soit par jour	2.899
soit pour la totalité de ces 41 jours.	120.801
Moyenne journalière.	2.946 m ³

« *Variation des niveaux.* — La variation des niveaux a été notée avec soin pendant que l'on effectuait les pompages et pendant les arrêts; voici les observations que l'on a relevées :

« 1^o Les variations de niveau ont été sensibles au puits d'essai; mais *la baisse persistait peu* et il suffisait d'interrompre les pompages pour voir le niveau reprendre presque la normale.

« Ce phénomène semble trouver son explication dans les observations faites par MUNIER-CHALMAS :
« La couche de meulière vacuolaire agirait comme un
« réseau de petites conduites embranchées les unes
« sur les autres. Il serait nécessaire que ces petites
« conduites soient d'une assez grande section, pour
« que les mouvements de hausse et de baisse puissent

« se produire rapidement, d'autant plus que la charge
« totale d'eau n'est que d'environ 4 m (Voir coupes A
« et B de MUNIER-CHALMAS). La hauteur de la couche
« d'eau imprégnant les sables n'a d'ailleurs que peu
« d'action sur les mouvements rapides et sur la vitesse
« de l'eau de la meulière, cette vitesse étant déter-
« minée presque uniquement par la charge de 4 m
« entre le puits et l'anticlinal. »

« Si ces observations sont exactes, le vide produit dans la nappe doit surtout se faire sentir à la partie supérieure de la couche d'eau située dans les interstices de la meulière près de l'anticlinal, et l'enlèvement de 120.000 m³ n'a qu'une action peu immédiate sur le niveau supérieur de la couche d'eau et la partie inférieure des sables.

« 2° Le niveau qui est atteint rapidement après chaque arrêt de pompage, ainsi que nous le disons plus haut, *ne monte ensuite que très lentement*. La première partie de ce phénomène pourrait s'expliquer par une espèce de coup de bélier produit par la force vive de l'eau. Pendant la deuxième partie de ce phénomène, la première action est éteinte et l'eau ne monte que lentement, obéissant à la seule charge de la masse; les sables asséchés en absorbant l'eau autour du puits, contribuent à retarder la montée.

« Ce qui semble confirmer ces explications c'est que, pendant les pompages, les niveaux des autres puits du voisinage (gare de Chailly, puits Bernard, etc.) n'ont guère été influencés par les épuisements.

« On peut donc croire que l'eau circule avec une certaine vitesse dans la meulière, tandis que l'eau de la nappe phréatique ne suit pas ce mouvement; la nappe phréatique aurait des allures très différentes de la nappe d'eau de la meulière. »

En résumé, ce qui précède a autorisé M. DILLON à

dire que, au repos relatif, il n'existe qu'une seule nappe d'eau dans la forêt de Fontainebleau ; cette nappe obéit aux lois de l'hydrostatique, mais par le fait de la constitution et des bases géologiques du sous-sol de cette forêt, il se trouve y avoir deux nappes soumises à deux actions différentes.

1° La partie inférieure de la nappe située dans la meulière se meut comme dans un réseau de tuyaux de conduites réunis et entre-croisés et à une circulation relativement rapide ;

2° L'eau située dans la partie inférieure des sables suit les lois communes, mais la faible épaisseur des sables baignés ne permet pas de leur appliquer aucune loi de circulation ;

3° Les fluctuations relativement rapides qui se produisent au niveau du puits et du forage à l'arrêt et aux reprises de pompage, montrent que ces niveaux ne dépendent pas de celui de la nappe voisine des sables. Ces différentes oscillations seraient, en effet, alors beaucoup plus lentes.

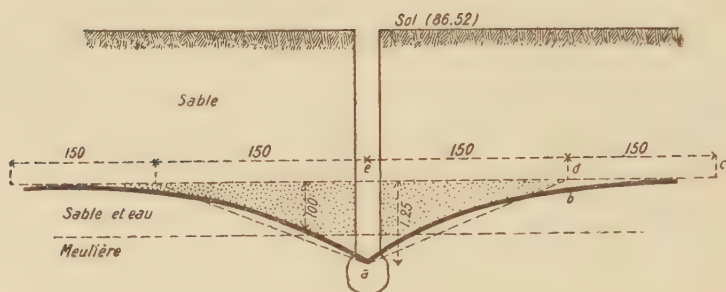
L'eau venant des sables ne remplit pas aussi vite les cavités du puits, la fluctuation dépendant, pour la presque totalité, de l'eau contenue dans la meulière.

M. GONON, ingénieur, avait donné, au sujet de ces phénomènes, une explication que nous résumons ci-dessous :

D'après lui, pendant la dernière période des épuisements, la baisse du puits était fixe et de 1^m,25, c'est-à-dire que la surface parabololoïde formée par l'eau était presque tout entière dans le sable. Au-dessus de cette surface, le sable avait été asséché par le pompage. Estimons l'ordre de grandeur du volume du sable privé d'eau.

Ce volume du cône, considéré comme équivalent au parabololoïde de révolution, peut avoir un rayon de

base d'environ 300 m, la hauteur 1^m,25, son volume est de 113.000 m³.



Quand le pompage a été arrêté, l'eau a afflué des régions plus élevées de la nappe par la meulière vacuo- laire pour arriver directement et immédiatement au puits de la Glandée et au forage témoin. Le sable asséché n'avait pas encore eu le temps d'être pénétré par les pressions de bas en haut et par capillarité.

Cette absorption de l'eau par le sable s'est pro- duite progressivement par l'arrivée et la pression de l'eau.

En évaluant le volume des sables à 113.000 m³, si chaque mètre cube de sable absorbe 200 à 250 litres d'eau, le volume absorbé par le sable était donc de 30.000 m³ environ.

Les vides de la meulière dans les conditions de sec- tion du puits qui mettent la région de la Glandée en communication avec les parties élevées de la nappe, ne sont suffisants que pour fournir environ 3.000 m³ par jour, sans baisse de niveau nouvelle. Il y a donc énorme disproportion entre le volume journalier nor- mal et le volume nécessaire pour remplir les vides de sable; l'explication de la baisse du niveau d'eau de la Glandée serait ainsi facilement trouvée.

Il faut donc estimer à 30.000 m³ le volume d'eau à fournir par les parties hautes de la nappe pour combler le déficit de la Glandée; or, pendant la période d'arrêt des pompages, il a fallu dix jours (du 16 au 27 mars) pour que les niveaux deviennent normaux; et cependant la baisse ne s'était pas manifestée au puits de la gare de Chailly ni du côté des bois de Fay, qui étaient en hausse pendant ce temps. Il faut signaler aussi la hausse subite du puits de la Glandée et du forage deux jours après l'arrêt des pompages (18 mars), hausse suivie d'une baisse presque aussi accentuée, et le retour lent à ces endroits d'un niveau normal qui suivra désormais au bout de quelques jours les oscillations des autres puits et de la partie inférieure de la nappe. Cette hausse serait imputable à une espèce de coup de béliet produit par la force vive due à l'afflux rapide de l'eau de la nappe et à l'action presque instantanée qui s'est manifestée par les orifices de la meulière au puits de la Glandée et au forage témoin. Si cette action énergique ne s'est pas fait sentir sur les autres points, c'est que ce n'était pas la nappe phréatique qui était en mouvement, et que ces puits ont leur base appuyée sur la meulière ou qu'ils n'ont été creusés dans la partie supérieure de cette meulière que de quelques centimètres et ne peuvent ressentir l'action de la force vive de la nappe inférieure.

Quantité d'eau disponible (suite du rapport DILLON).

— « Les pompages, en permettant de constater la variabilité du niveau, ne pouvaient donner des indications sur la quantité d'eau disponible. Ils ne suffisaient pas, pour établir une conviction qui pouvait avoir une si grande portée et des conséquences si importantes, puisqu'il s'agissait en l'espèce d'une dépense égale ou même supérieure à 400.000 francs.

« Les pompages ont démontré qu'au delà de certaines limites qu'il ne serait pas prudent de dépasser, la quantité d'eau que l'on peut extraire d'un point donné, de la Glandée, par exemple, est limitée et que si l'on en voulait puiser davantage, il y aurait lieu d'en prendre, en outre, en d'autres points assez éloignés, mais toujours dans la partie inférieure de la nappe, c'est-à-dire assez loin de l'axe de l'anticlinal.

« On peut dire que les pompages n'ont paru influencer en rien les niveaux de l'eau dans les puits observés, ni le débit de la source de Dammarie, ni celui du château des Vives-Eaux.

« Mais si nous tenons compte que ces puits ne dépassent pas la partie inférieure des sables et que leur base atteint à peine la partie supérieure de la meulière vacuolaire, nous comprendrons que les niveaux de ces puits ne seront pas influencés de la même manière que les puits de la Glandée et le forage témoin creusé jusque dans la meulière. Cette meulière a en effet subi immédiatement le contre-coup des pompages. Ces puits ne peuvent donc nous donner rien de précis au point de vue de la variabilité des niveaux, car ils ne sont pas suffisamment en relation intime avec les puits où ont été faits les pompages.

« L'étude des variations de niveau faite depuis le 16 mars 1911 nous montre qu'il y a dans cette nappe des mouvements de hausse et de baisse peu sensibles, mais réels, et de 8 cm à 10 cm.

« Au puits Chauchat, si l'on enlève quelques seaux d'eau, il y a baisse immédiate; ceci nous prouve que le renouvellement de l'eau ne se fait que lentement dans les sables.

« Les expériences de pompage ont démontré que si l'on prélevait plus de 2.500 à 2.800 m³ d'eau par vingt-quatre heures, il y aurait à craindre une baisse très sensible de niveau et un désamorçage des pompes.

« Si l'on voulait une quantité d'eau supérieure, il serait nécessaire, soit d'élargir le puits de la Glandée, soit d'en creuser un autre à une certaine distance pour que les cônes influencés qui se vident dans la partie inférieure des sables ne se rencontrent pas, car bien que l'alimentation des puits se fasse surtout dans la meulière, il faut tenir compte de l'assèchement de la partie inférieure des sables qui se produit à la longue.

« Quant à l'influence que deux puits ainsi exploités exerceraient sur la nappe de la meulière, il faudrait surtout la rechercher et l'étudier à la partie supérieure de la nappe, c'est-à-dire près de l'anticlinal.

« Il aurait été intéressant de connaître par des sondages et des nivellements, ou mieux par ces moyens combinés avec des envois de solution de fluorescéine, quelle est la région qui envoie ses eaux à la Glandée. Ce renseignement pris à l'état statique de la nappe ne serait plus très exact au moment des pompages qui produiraient autour du puits un abaissement du niveau hydrostatique et détermineraient vers ce point un appel d'eau plus considérable que celui qui s'y dirige pendant le repos relatif de la nappe.

« D'après la carte de MUNIER-CHALMAS, on se rend bien compte qu'une partie des eaux souterraines se dirige vers la Glandée et Dammarie, mais quelle peut être cette proportion et quelle action pourrait exercer sur les puits voisins le pompage prolongé d'un puits à l'état d'épuisement continu ?

« Il est difficile de le dire, tout porte à croire que le peu de hauteur de la nappe, 2^m,50 au maximum, sera toujours un obstacle sérieux à l'action d'un pompage actif et continu, attendu que la baisse du niveau de la nappe désamorcerait bientôt les pompes. Ce peu de hauteur de la nappe constitue un de ses grands défauts. Pour un débit un peu actif, on se verrait

obligé à recourir à plusieurs prises assez éloignées les unes des autres. »

Conclusions de l'expert. — « 1° On peut tracer une limite supérieure aux quantités d'eau de la Glandée à extraire par un seul puits, cette limite à ne jamais atteindre et poursuivre continuellement paraît devoir être fixée à 3.000 m³ par jour de vingt-quatre heures, chiffre atteint pendant les pompages;

« 2° Pendant une période de quinze à vingt jours par an, on peut épuiser environ 3.000 m³ par jour, l'épuisement des autres jours de l'année se tenant à un chiffre bien inférieur;

« 3° Il est probable que des études plus prolongées permettraient de dire que la ville pourrait puiser pendant un nombre indéfini d'années dans la forêt de Fontainebleau les quantités que nous venons d'indiquer comme lui étant nécessaires actuellement, c'est-à-dire de 1.200 à 1.500 m³ par jour, réservant absolument et jusqu'à étude plus complète notre opinion pour le cas de quantités plus élevées; il se produirait alors un équilibre nouveau dans la nappe de la forêt, équilibre qui serait rompu pendant les forts débits de l'été, mais qui se rétablirait ensuite normalement après cette période exceptionnelle; pour atteindre ce résultat, il serait indispensable, sans doute, d'avoir plusieurs prises d'eau dans la surface de la forêt, que ce soit par puits ou par galeries à niveau débouchant à flanc de coteau, vu le très peu d'épaisseur de la nappe, environ 2^m,50 au puits de la Glandée, les autres points de cette grande forêt n'ayant pas été explorés, mais présentant apparemment une hauteur bien moindre encore;

« 4° La grosse question à étudier serait le mode de renouvellement de l'eau qui disparaît, soit par les émissaires connus ou inconnus auxquels viendrait

s'ajouter l'eau prise par la ville et la relation qui s'établirait au bout d'un certain temps entre tous ces émissaires anciens et le nouveau qu'on se propose d'y ajouter;

« 5° Que le pompage a complètement rendu ce que l'on attendait de lui, mais qu'il n'a pas été suffisant, on l'a vu, pour dicter une réponse certaine et précise aux préoccupations de la ville;

« 6° Qu'il sera extrêmement difficile de fixer la ville d'une façon absolue quant à un avenir éloigné, mais que l'on pourra approcher davantage du résultat que l'on cherche après des études complémentaires;

« 7° Qu'au pis aller, si au bout de plusieurs années on s'apercevait après des observations qu'il faudra toujours continuer par les pompages ou les prises d'eau par la ville que la nappe s'affaiblit, il resterait encore des moyens de parer à cet appauvrissement, tels que, par exemple :

« a) Celui d'une double canalisation : une pour l'eau de Seine servant aux lavages, etc., l'autre pour l'alimentation prise sur la nappe de la forêt de Fontainebleau qui sera toujours assez abondante pour l'alimentation des personnes;

« b) Les recherches par la fluorescéine, ou autrement, des émissaires ignorés qui se perdent dans les éboulis et une espèce de captage de ces pertes de façon à concentrer et à réunir en un seul point toutes les eaux nécessaires à la ville, ce qui ne paraît pas impossible, d'après les quantités d'eau qu'une surface de 95 km² peut absorber. Ce qui paraît impossible, c'est de prendre tout ce qui sera nécessaire plus tard au puits de la Glandée. Le mieux serait d'avoir recours à une galerie, creusée dans l'argile verte, et allant sous la nappe prendre l'eau par plusieurs points aussi écartés l'un de l'autre qu'on le désirerait suivant la longueur de cette galerie. »

Influence du captage sur les eaux de Dammarie. — La question se posa tout d'abord à la demande des habitants de Dammarie. Ceux-ci craignaient, en effet, que le captage des eaux de la Glandée par la ville de Melun n'entraînât la privation complète de leur source ; on fit faire, pour calmer leurs légitimes appréhensions, divers essais d'épuisement.

« *Effet des pompages sur les eaux de Dammarie.* — En ce qui touche les effets du captage sur les eaux du territoire de Dammarie, les nombreuses observations faites au cours des essais et après leur cessation donnent une idée très nette de ce qui se passerait si le captage de la ville était en fonctionnement.

« Un cube total de 120.000 m³ pendant cinquante jours, c'est-à-dire 2.400 m³ par vingt-quatre heures (double du cube moyen que capterait la ville) ⁽¹⁾, n'a fait baisser momentanément le niveau de l'eau au puits Chauchat, directement placé au-dessus des principales sources de Dammarie, que de 8 cm au maximum et au moment où le pompage atteignait 3.800 m³ par jour (ce puits était creusé dans la meulière, son niveau, par conséquent, très sensible aux variations de la nappe). Le niveau de la nappe était, le 23 janvier 1901, à 73^m,71 et celui de l'eau, à la source principale du lavoir, de 71^m,65. La charge était donc 73^m,71 — 71^m,65 = 2^m,06 et la réduction de charge $\frac{0,08}{2,06}$, soit 4 %.

« Un meunier de Dammarie a surveillé avec attention la régularité de débit de l'eau qui passe dans son moulin et n'a constaté aucune diminution.

« Le puits Bénard, situé dans une autre direction, à 1.800 m à l'ouest de la Glandée, a éprouvé des varia-

(1) En réalité, l'autorisation finale fut de 2.800 m³ par jour. Au moment du rapport DILLON, on estimait les besoins de la ville à 1.400 m³.

tions aussi peu sensibles qu'au puits Chauchat (5 à 6 cm).

« A la fin de la période de vingt-deux jours d'épuisement sans arrêt, la dépression s'est tenue sensiblement à 6 cm du 9 au 16 mars. Pendant ce temps, le débit des pompes fut réglé à 3.000 m³ par vingt-quatre heures. Au puits d'essai, le niveau se maintint constant à 1^m,20, 1^m,25 au-dessous du niveau primitif. Au forage témoin, à 150 m du puits, l'eau resta également à niveau fixe. Quant au niveau de l'eau du puits de Fay il était sensiblement fixe aux mêmes dates. On avait donc trouvé un régime d'équilibre correspondant, d'une part, aux conditions d'approvisionnement de la nappe et, de l'autre, à un prélèvement de 2.800 m³ à 3.000 m³ par jour à la Glandée.

« Au commencement des essais (23 janvier 1901 au 8 mars), les puits Bray à Villiers et celui du bois de Fay, avaient subi une hausse de 20 cm pour l'un et de 7 cm pour l'autre. Cette hausse représente la crue annuelle due aux infiltrations de la période humide de fin 1900. Si les essais n'avaient pas entravé la montée des eaux de la région de la Glandée et de Dammarie, une hausse sensible se serait manifestée aux puits observés (puits Chauchat, puits Benard et forage témoin). Cela est certain, et les graphiques tirés des observations montrent nettement que les mouvements de crue et de décrue de la nappe, tout au moins dans la partie qui nous intéresse, se produisent presque en même temps en tous les points et dans le même sens.

« Si aucun épuisement n'avait arrêté la crue vers le nord (Glandée, Dammarie), elle se serait manifestée du 8 au 16 mars 1901 au puits Chauchat par exemple, par une hausse que l'on peut évaluer à 0^m,20, chiffre supérieur à la réalité. En effet, les variations du niveau de la partie nord et nord-ouest du plateau sont inférieures, d'après les observations, à celles des parties

plus élevées de la nappe (Villiers, bois de Faÿ, fontaine près du ru de la Mare aux Évées, etc.).

« C'est donc, d'après ces faits, une dépression certainement inférieure à $20 + 6 = 26$ cm qui se serait produite au-dessus des sources si l'expérience avait eu lieu dans une nappe idéale à niveau absolument constant, c'est-à-dire à alimentation constante. Dans une pareille nappe, la charge au-dessus de la source du lavoir aurait donc été réduite à $2,06 - 0,26 = 1,80$. Comme les canaux et les orifices auraient été les mêmes avant et après la baisse, ainsi que les conditions de l'écoulement, on peut déduire de ces chiffres une évaluation de la réduction de débit :

$$\frac{\sqrt{2,06} - \sqrt{1,80}}{\sqrt{2,06}} = 0,065, \text{ soit } 6,5 \text{ \%/o}.$$

« Voilà, d'après ces observations et ces expériences, l'effet que produirait sur les sources un captage de 2.800 à 3.000 m³ par jour à la Glandée, en supposant qu'aucun mouvement naturel de baisse ou de crue de la nappe ne vînt se superposer à l'abaissement artificiel des niveaux. Or, pour la ville, il ne s'agit que d'un captage de 1.200 à 1.400 m³ par vingt-quatre heures, cet effet serait donc plutôt moindre pendant la plus grande partie de l'année (1).

« Les habitants de Dammarie semblent considérer les sources de leur commune comme les seuls débouchés de la nappe sur les coteaux. S'il en était ainsi, on expliquerait difficilement les résultats des essais de 1899 à 1901.

« En 1901, par exemple, on a épuisé, pendant la dernière période, 35 litres à la seconde et les sources n'ont manifesté aucune diminution sensible. Ce n'était donc pas, au moins pour la plus grande partie, sur les

(1) Voir la note de la page 46.

filets d'eau qui alimentent ces sources qu'ont été prélevés les 35 litres par seconde. Ce n'est pas non plus par épuisement des réserves de la nappe puisque les niveaux dans la région de la Glandée restaient constants. C'est donc dans la diminution générale du débit des filets liquides qui arrivent à l'écoulement sur la périphérie du plateau de l'argile verte qu'il faut chercher l'explication des faits. »

Baisse des eaux phréatiques (1903-1904). — « L'année 1903 a été marquée, dans toute notre contrée, par une baisse générale des eaux des nappes phréatiques. Au puits de la Glandée, la baisse a été supérieure à 25 cm, elle a été encore plus prononcée au sud (fontaine près du ru de la Mare aux Évées, baisse 35 cm), ce qui prouve que la nappe a été privée d'un volume d'eau considérable, les précipitations atmosphériques, pluies ou neiges, ayant été insuffisantes ou hors saison. Ce volume est certainement aussi considérable, sinon plus grand, que celui qui serait enlevé annuellement par la ville, soit au maximum 500.000 m³ par an à 1.400 m³ en moyenne par jour. Rappelons qu'une baisse de 20 cm dans le sable sur 1 km² donne un déficit de 40.000 à 50.000 m³ d'eau. Or, la baisse de la nappe est générale et la partie qui alimente le versant nord a 35 km², sur une grande partie l'eau a son niveau supérieur sur le sable, sur le reste, ce niveau se trouve dans les cavités de la meulière vacuolaire dont le volume est assez considérable pour que MUNIER-CHALMAS ait pu considérer ces fissures comme constituant un véritable collecteur de la nappe. »

Quel a été l'effet de cette disette d'eau de 1903 sur la source principale de Dammarie ? — Voici (p. 50) les chiffres donnés par le Service des Ponts et Chaussées.

Source du lavoir.

		Litres par seconde
1901	31 janvier	20,220
1903	19 mai	19,025
—	11 avril	19,417
—	16 septembre	19,417
—	27 octobre	19,222
—	30 novembre	18,828
—	28 décembre	18,828

« Depuis cette date, les niveaux ayant remonté de quelques centimètres par suite d'une hausse de même origine que celle des mois de janvier et de février 1901 dont il est parlé plus haut, le débit était, le 11 février 1903, de 19 litres; la baisse au puits Benard était, à cette date, par rapport au 31 janvier 1901, de 25 cm; au puits Chauchat, par rapport au même niveau, la baisse était le même jour de 23 cm. La réduction de débit de la source était :

$$20,22 - 19 = 1,22, \text{ soit } \frac{1,22}{20,22} = 0,06 \text{ environ.}$$

« Ainsi une baisse considérable de la nappe, qui a diminué son approvisionnement de plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes par kilomètre carré, n'a produit qu'une diminution de débit de 6 à 7 %.

« On peut donc dire que si les sources de Dammarié représentaient une part aussi importante de l'excédent de la nappe qu'on le croit généralement dans cette commune, elles ne couleraient plus qu'en minces filets depuis quelques mois.

« Les déversements souterrains de la nappe subissent, du fait des abaissements de niveau, des diminutions un peu plus fortes que celles qui se produisent aux sources; mais cette diminution, étant donné le volume de l'excédent annuel de la nappe (même en

lui assignant la valeur la plus réduite), ne peut atteindre des proportions inquiétantes.

« Les émissaires de la nappe, dont le débit apparaît si considérable, ne sont pas tous inconnus.

« D'après le rapport de M. GONON sur cette zone (zone des sources de Dammarie), la glaise, comme l'indique bien la carte géologique, est épanouie sur son affleurement et a un très faible relèvement d'éboulis.

« Les eaux trouvent un écoulement facile à l'air libre, d'où le nombre de sources émergeant de ces points.

« Entre le chemin vert et la limite de la commune de La Rochette, la glaise a sa pente plus rapide et n'affleure plus. Au-dessus d'elle, une couche très épaisse de sable de la vallée de la Seine s'est accumulée. Rien ne retient les eaux amenées par les fissures de la meulière; elles s'écoulent invisibles vers la nappe de la Seine. De tels déversoirs placés si près de la zone de sources de la commune, dont la constance est connue, donnent une idée du cube énorme de l'approvisionnement annuel de la nappe.

« En résumé, de ce qui précède il résulte que la région des eaux de Dammarie ne sera pas manifestement influencée par la prise d'eau à la Glandée. Cette opinion est fondée sur les résultats d'expériences et sur l'observation de phénomènes naturels, et détruit la simple affirmation sans preuves de M. le commissaire enquêteur pour lequel la suppression complète des eaux ne semblerait faire aucun doute.

« Il a été établi plus haut que la diminution possible, mais certainement peu appréciable du débit des eaux, ne saurait causer aucun préjudice. Du reste, les intérêts des habitants de Dammarie sont sauvegardés par l'engagement pris par la ville, suivant l'avis du Conseil d'État, d'indemniser les usagers qui pourraient faire la preuve d'une diminution préjudiciable causée par le captage de la ville. »

III

QUESTIONS ADMINISTRATIVES EN VUE DE L'AUTORISATION
ET DU CUBE D'EAU A PRENDRE A LA GLANDÉE

A la suite du rapport fait par M. DILLON, deux solutions concernant l'alimentation d'eau occupèrent successivement le conseil municipal, soit de prendre l'eau de la Glandée, soit de purifier l'eau de Seine.

De 1897 à mai 1904, la ville de Melun avait établi le projet d'eau de source de la Glandée.

Ce projet était mis au point. La convention entre la ville et la Société des Eaux signée depuis 1902. Au moment de présenter le décret d'autorisation à la signature de M. le Président de la République, M. le Ministre, afin de mettre tout à fait au point les termes du décret, écrivait, le 26 mai 1904, à M. le Préfet de Seine-et-Marne, la lettre suivante :

Paris, 26 mai 1904.

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL, MINISTRE DE L'INTÉRIEUR ET DES
CULTES, A M. LE PRÉFET DE SEINE-ET-MARNE

Le Conseil d'État a adopté le projet de décret que j'avais préparé à l'effet de déclarer d'utilité publique les travaux à entreprendre par la ville de Melun en vue du captage et de l'adduction des eaux souterraines existant dans la forêt de Fontainebleau au lieu dit « la Glandée ».

Toutefois, il a cru devoir proposer de modifier ainsi qu'il suit la déposition insérée à ce projet de décret pour fixer le volume des eaux à dériver :

La prise d'eau de la nappe souterraine de la Glandée sera limitée à un volume maximum de 1.400 m³ par jour.

Les ouvrages nécessaires à l'installation de la prise d'eau seront établis de manière que le volume d'eau ne puisse dépasser ledit maximum de 1.400 m³ par jour.

Les plans de ces ouvrages devront être soumis à l'approbation préfectorale.

Avant de rédiger dans ces termes le texte définitif du décret à intervenir, je vous prie de me faire savoir, après avoir consulté la municipalité, si vous avez des objections à présenter.

Ci-joint le dessin de l'affaire.

(Suivent diverses signatures.)

La déposition jointe au dossier auquel fait allusion cette lettre est probablement la note de la Société des Eaux faisant connaître que la moyenne maximum était de 1.500 m³ par jour, mais non, comme dit cette lettre, que le maximum est de 1.200 à 1.500 m³ par jour (Voir tableau, p. 17).

Du reste, cette note de la Société des Eaux a été répétée au rapport DILLON : des renseignements pris à la Société des Eaux il résulte que pour les besoins actuels de la ville, sauf pendant dix à douze jours, il fallait un cube moyen de 1.200 à 1.500 m³ et que pendant dix jours, en 1900, la consommation a exigé 3.200 m³. (Le rapport DILLON indique comme maximum à ne pas dépasser 3.000 m³ par jour.)

Le conseil municipal, mis officieusement au courant de cette décision dès avant le 26 mai 1904, prit le 25 mai 1904 une délibération dont voici l'essentiel :

Le Maire avait exposé que des démarches ont été faites auprès du Ministre de l'Intérieur pour obtenir communication des observations formulées en dernier lieu par le Conseil d'État sur le projet d'adduction des eaux de la Glandée par une galerie souterraine.

Cette communication transmise par M. le Préfet est citée plus haut (lettre du 26 mai 1904).

Le maire estimait que les conditions imposées par le Conseil d'État entravaient la réalisation du projet. La décision du Conseil d'État devait être considérée comme irrévocable. Tout au plus pourrait-on obtenir, dans l'avenir, que le maximum de 1.400 m³

soit légèrement augmenté, mais jamais assez pour satisfaire aux besoins de la ville, lors des journées chaudes de l'été. De plus, l'engagement imposé à la ville en ce qui concernait les droits des tiers pouvait entraîner de grandes conséquences financières.

Il allait donc falloir abandonner le projet des eaux de la Glandée malgré les sacrifices importants qu'on avait faits jusqu'à ce jour en vue de l'utilisation de l'eau de source et songer à alimenter la ville au moyen d'eaux de rivières filtrées et épurées, ce système d'alimentation étant admis dans nombre de villes. Du reste, l'autorité militaire n'attachait pas la même importance exclusive à l'emploi d'eaux de sources qui ne sont pas toujours à l'abri de contaminations.

Il ne paraissait pas impossible d'obtenir une modification de la convention du 22 novembre 1893 sur ce point, et de faire accepter par l'autorité militaire l'alimentation des nouvelles casernes par une eau suffisamment épurée.

Le Maire pensa alors que l'on pourrait en venir à un projet d'épuration des eaux de Seine, comme il en avait été tout d'abord question en 1896.

A cette époque, le conseil municipal avait envoyé une délégation chargée d'étudier les procédés en usage à Choisy-le-Roi. Il suffisait de revoir ces procédés, ou d'autres analogues, capables de donner satisfaction aux conditions exigées et demander l'approbation de l'autorité militaire.

Le conseil municipal, se rangeant à cet avis, renvoya la question devant la Commission des Eaux, qui fut chargée de s'entourer de tous les renseignements désirables, de préparer un nouveau projet et de déposer son rapport dans un délai de quinze jours.

Le conseil municipal se croyait obligé de renoncer à son projet d'adduction d'eaux de source, et allait

examiner un projet d'épuration d'eaux de rivières pendant les années 1905-1906 et 1907.

Après la délibération du 25 mai 1904 citée plus haut, il se remit à l'œuvre. Un projet de filtration fut étudié et mis debout tant au point de vue technique que financier ; ce qui demanda plus de trois ans.

Ce projet fut rejeté par la décision préfectorale suivante :

Melun, le 21 juin 1907.

LE PRÉFET DE SEINE-ET-MARNE A M. LE MAIRE DE LA VILLE
DE MELUN.

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a examiné dans sa dernière séance le projet présenté par la ville de Melun en vue de son alimentation en eau potable.

Le Conseil supérieur estime qu'il est indispensable que la ville et la Société des Eaux se préoccupent avant tout de reporter la prise d'eau en amont, de façon à éviter la distribution en ville d'eaux ménagères recueillies à la sortie même de l'égout.

En conséquence, cette haute assemblée, confirmant ainsi les conclusions du Conseil départemental d'hygiène, repousse le projet actuel présenté par la ville de Melun.

J'ai l'honneur de vous en informer.

Le Préfet,

Signé : GILBERT.

Le 5 juillet 1907, M. le Maire de Melun répondait à M. le Préfet :

Melun, le 5 juillet 1907.

MONSIEUR LE PRÉFET,

J'ai l'honneur de vous accuser réception de votre lettre du 21 juin, par laquelle vous m'informez que le projet d'adduction d'eau de Seine présenté par la ville de Melun a

été repoussé par le Conseil supérieur d'hygiène publique, confirmant les conclusions.

Permettez-moi, Monsieur le Préfet, de me résumer en disant quelle aurait dû être la réponse au projet présenté par la ville : « Le projet présenté par la ville de Melun est adopté ou n'est pas adopté ; en tout cas, la Société des Eaux sera tenue de remonter sa prise d'eau. » J'emploie cette forme relativement étrange de m'exprimer afin de rendre plus clairement ma pensée.

L'autorisation de prendre de l'eau dans la Seine est accordée par vous, aux conditions et à l'emplacement qu'il vous plaît de fixer.

La ville de Melun a fait le présent projet de traiter avec la Société des Eaux pour la filtration des eaux de l'usine et pour la distribution des eaux une fois filtrées, mais elle n'a jamais voulu s'occuper de la question de la prise d'eau.

Cette prise d'eau ne figure jusqu'ici, avec la Société des Eaux, dans aucun article de traité.

Vous devinez donc ma déception en lisant dans votre lettre : « Le Conseil supérieur estime qu'il est indispensable que la ville et la Société des Eaux se préoccupent avant tout de remonter la prise d'eau en amont. » Cette question ne regarde ni le conseil municipal ni le maire ; elle ne regarde que vous.

La ville ne veut pas s'occuper de la question de l'emplacement de la prise d'eau ; cette question ne regarde, au point de vue administratif, que M. le Préfet et les Conseils d'hygiène et, au point de vue pécuniaire, si le déplacement de cette prise d'eau était un jour imposé par l'autorité préfectorale, la ville ne veut en rien contribuer aux frais de ce déplacement. Nous n'insérons aucune disposition dans le projet de traité parce que le silence est la marque très nette que nous entendons rester étranger à la question de l'emplacement de la prise d'eau.

J'ose espérer, Monsieur le Préfet, que, faisant de votre côté ce qui vous semblera nécessaire en ce qui concerne la prise d'eau, vous représenterez à nouveau notre projet de filtration aux Comités d'hygiène de Melun et de Paris, leur disant que les deux questions, prise d'eau et approbation de

notre projet de filtration, sont indépendantes l'une de l'autre, et qu'en tout cas, la ville n'a pas à se préoccuper de la prise d'eau.

Le Maire de Melun,
Signé : DELAROUÉ.

Le 16 août 1907, le conseil municipal approuvait cette lettre et décidait que M. le Maire prierait M. le Préfet de solutionner le plus rapidement possible cette question des eaux.

M. le Préfet prit un arrêté donnant une année à la Société des Eaux pour remonter la prise d'eau et retourna le projet devant le Comité départemental d'hygiène, le priant de statuer sur l'épuration.

Les rapporteurs désignés furent M. HEUDE, ingénieur en chef du département, et M. le Dr MASBRENIER.

Le 17 décembre 1907, M. HEUDE indiquait les grandes lignes de son rapport qui concluait au rejet du projet d'épuration.

Solution du conseil municipal de Melun. — La question devenait brûlante; c'est pourquoi, sans attendre le refus du Comité d'hygiène et laissant de côté tout projet d'épuration, le conseil se reporta à la lettre de M. le Ministre du 26 mai 1904 dans laquelle on autorisait la ville à prendre dans la nappe souterraine de la Glandée un volume de 1.400 m³ maximum par jour.

En réponse à cette lettre, le 23 décembre 1907, la ville de Melun demandait à M. le Ministre de bien vouloir mettre, dans le décret à intervenir, le maximum de 2.800 m³ au lieu de 1.400 m³.

En effet, le chiffre de 1.400 m³ ne reposait sur aucune base sérieuse, raisonnée; c'est par erreur qu'il avait été indiqué par le conseil municipal de Melun : ce chiffre est le résultat d'une équivoque, d'un défaut

d'explication. De plus, c'est le chiffre 2.800 qui se justifie.

En effet, si nous nous reportons au tableau (p. 17) de la Société des Eaux, indiquant la quantité d'eau fournie de 1903 à 1907, nous nous rendons compte que le chiffre de 2.800 m³ est justifié.

Les maxima réels sont seuls à considérer.

Pendant le mois de juillet 1904, nous avons eu une moyenne en chiffre rond de 2.400 m³ par jour, et cependant certains jours de ce même mois, elle a été plus élevée.

Ainsi, le 6 juillet 1904, elle a été de 3.132 m³

— le 18 juillet 1904, elle a été de 3.243 m³

d'après les renseignements fournis par la Société des Eaux; mais c'est exceptionnellement. Un cube maximum de 2.800 serait suffisant.

Ce chiffre de 2.800 m³ peut donc être considéré comme un *maximum réel*, le seul nécessaire.

Il ne présente aucun danger, comme cela résulte des rapports établis par la Commission spéciale qui a été chargée de préciser ce point et dont l'explication détaillée a été donnée dans son travail.

Comme il s'agit de faire une canalisation qui soit en rapport avec un chiffre maximum, tel que le Conseil d'État l'aura accordé, c'est le chiffre de 2.800 m³ avec la canalisation appropriée à 2.800 m³ qui doit être inscrit au décret.

C'est dans ce sens que fut faite la demande d'autorisation de capter 2.800 m³ d'eau par jour à la Glandée.

Un décret en date du 26 février 1908 donna satisfaction et permit enfin de reprendre d'une façon définitive l'adduction d'eau de la Glandée.

Ce décret renfermait les articles suivants :

ART. 1. — Sont déclarés d'utilité publique les travaux à

entreprendre par la commune de Melun en vue du captage et de l'adduction des eaux souterraines existant dans la forêt de Fontainebleau au lieu dit « la Glandée ».

ART. 2. — Le Maire de Melun, agissant au nom de la commune, est autorisé à acquérir de l'État, par voie d'expropriation, en vertu de la loi du 3 mai 1841, les terrains dont l'occupation est nécessaire pour la réalisation du projet, lesdits terrains tels qu'ils sont indiqués par une teinte rose sur le plan parcellaire ci-annexé.

ART. 3. — La présente déclaration d'utilité publique sera considérée comme nulle et non avenue si les expropriations à effectuer pour l'exécution des travaux ne sont pas accomplies dans le délai de deux ans à dater de ce jour.

ART. 4. — Conformément à l'engagement contenu dans la délibération municipale du 29 septembre 1903, susvisée, la commune de Melun devra indemniser les usiniers et autres réclamants de tous les dommages qu'ils pourraient prouver leur avoir été causés.

ART. 4. — La prise d'eau dans la nappe souterraine de « la Glandée » sera limitée à un volume maximum de 2.800 m³ par jour.

Les ouvrages nécessaires à l'installation de la prise d'eau seront établis de manière que le volume d'eau ne puisse jamais dépasser ledit maximum de 2.800 m³ par jour.

Les plans de ces ouvrages devront être soumis à l'approbation préfectorale.

ART. 6. — La ville de Melun est autorisée à emprunter à un taux d'intérêt n'excédant pas 3,80 % une somme de 260.000 francs remboursable en quarante ans sur les revenus ordinaires de la Caisse municipale et destinée à pourvoir aux frais de l'entreprise prévue à l'article 1 ci-dessus.

L'emprunt pourra être réalisé, soit avec publicité et concurrence ou de gré à gré, soit par voie de souscription publique avec facilité d'émettre des obligations au porteur ou transmissibles par endossement, soit directement auprès de la Caisse des Dépôts et Consignations, de la Caisse

nationale des Retraites pour la vieillesse, ou du Crédit Foncier de France aux conditions de ces établissements.

Les conditions de souscription à ouvrir ou des traités à passer pour la réalisation de l'emprunt devront être préalablement soumises à l'approbation du Ministre de l'Intérieur.

ART. 7. — Le Ministre de l'Intérieur est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 26 février 1908.

Signé : FALLIÈRES.

*Le Président du Conseil,
Ministre de l'Intérieur,*

Signé : CLEMENCEAU.

Périmètre de protection. — On voit que le décret ne comporte pas de périmètre de protection, la presque totalité de la nappe se trouvant sous la forêt de Fontainebleau; les seules parties exposées sont celles situées aux environs immédiats de l'usine. Dans le cas d'installation usinière ou autre, il serait certainement pris des dispositions adéquates.

Organisation de l'adduction et de la distribution. — A la fin du rapport cité plus haut, M. DILLON avait fait quelques observations et insisté particulièrement sur un mode d'amenée d'eau de la forêt de Fontainebleau qui lui paraissait rationnel et économique.

Ce procédé consistait à amener l'eau de la Glandée qui est à la cote 74, au moyen d'une galerie souterraine qui viendrait prendre l'eau à travers l'argile verte pour la conduire par la gravité à proximité des casernes à la cote 70, au moyen d'une canalisation en fonte d'un diamètre moyen de 40 cm au maximum. L'eau amenée serait emmagasinée dans un réservoir peu important, situé à la cote ci-dessus (70); une partie de cette eau alimenterait directement les quartiers de la ville situés au-dessous de l'altitude (60); c'est-à-dire la

presque totalité de la ville, avant d'arriver aux réservoirs; l'autre partie de cette eau serait livrée aux quartiers les plus élevés et aux casernes, en employant, pour éviter les frais, le système du béliet hydraulique, lequel serait mû par une partie d'eau en excès. Ce béliet remonterait alors automatiquement, sans la moindre surveillance, l'eau nécessaire aux casernes et à la ville haute.

Cette idée émise par M. DILLON fut d'abord suivie. Six trouées repères furent creusées sur la route de Chailly à partir de l'ancien puits de captage sur une longueur de 2.000 m environ. Ces trouées étaient établies dans la glaise latéralement à l'aqueduc qui devait rejoindre la nappe d'eau, et auraient été bloquées à pierre sèche avant muraillement de l'aqueduc.

Ces travaux furent abandonnés, et la ville prit alors la décision de faire creuser le puits où est établie l'usine actuelle pour y prendre l'eau qui lui était nécessaire, en l'amenant dans un réservoir situé à proximité au moyen de pompes.

L'usine où sont installées les pompes élévatoires se trouve sur la route de Bourgogne, à 400 m environ du croisement de la route de la Glandée.

Cette usine comprend deux machines pouvant marcher ensemble ou séparément. La pompe est du type vertical à simple effet à l'aspiration, avec piston à clapet et piston différentiel donnant double effet au refoulement (débit 55 litres d'eau par seconde) à 28^m,20 de hauteur dynamique et à la vitesse de cinquante tours. Elle emploie du gaz pauvre à l'aide de gazogènes. C'est un procédé très économique.

Le niveau du sol, à l'emplacement de l'usine, est de 87^m,10. Le niveau de l'eau avant tout épuisement au commencement des travaux et essais, était (octobre 1912) de 74^m,66.

Le niveau du fond du puits est de 70^m,63.

Dans les essais de débit, au régime de 200 m³ à l'heure, le niveau est de 73^m,33 (le niveau maximum est de 73^m,18).

Dans les essais de débit, au régime de 360 m³ à l'heure, le niveau descend à 71^m,28.

Le régime moyen est de 200 m³ à l'heure.

Cette eau est amenée par une canalisation souterraine au réservoir situé sur la route de la Glandée, à environ 500 à 600 m de l'usine.

Ce réservoir construit en ciment armé est divisé en deux parties, desservies séparément par une double canalisation.

Le but de ce double réservoir est de permettre, en cas de réparation ou de nettoyage, l'utilisation constante de l'un des deux; le départ de l'eau se fait également par deux canalisations qui aboutissent à une canalisation centrale.

Chaque compartiment mesure 24 m sur 18 m. Hauteur d'eau utilisable : 2^m,60, soit environ comme cube utile : 1.000 m³.

Ce réservoir est situé en élévation par rapport à l'usine. Ses cotes sont les suivantes :

1° Le fond du réservoir est à	92 ^m ,44
2° Le départ de la distribution à	92 70
3° Le trop-plein à	93 30
4° Le tuyau de refoulement à	95 50

Une canalisation part de ce réservoir au réservoir de la Madeleine sur un assez long parcours suivant la route de la Glandée, l'avenue de Chailly, la croix Saint-Jacques, passe sous le pont du chemin de fer, suit l'avenue Thiers, la rue Saint-Ambroise, la rue Saint-Étienne, traverse les ponts de la Seine, remonte la rue Saint-Aspais, la rue du Palais de Justice, et aboutit au réservoir de la Madeleine dont le sol à cet emplacement est à 74^m,70.

Le réservoir de la Madeleine a un diamètre intérieur	
de	14 m
Son réservoir de vidange est à	85 ^m ,45
Sa partie supérieure à	90 00
Son cube utile est approximativement de	700 m ³ .

Sur cette conduite qui relie les deux réservoirs sont embranchées, çà et là, les diverses canalisations ⁽¹⁾ qui alimentent la ville.

Les deux réservoirs jouent ici le rôle de vases communicants; lorsque le réservoir de la Glandée est plein, un ingénieux appareil, placé au réservoir de la Madeleine, déclenche une soupape qui arrête l'arrivée d'eau dans le réservoir de la Madeleine, et le réservoir de la Glandée joue seul le rôle de distributeur. Lorsque ce dernier baisse, la soupape se déclenche, et les deux réservoirs rentrent en jeu pour l'alimentation de la ville.

Dépenses.

Recherche d'eau de source. — Les dépenses effectuées de 1897 à 1903, pour la recherche d'eau de source, se décomposent comme suit :

1 ^o 1897. — Forages préliminaires	2.397 ^f 50
2 ^o 1898-1899. — Établissement du premier puits de la Glandée, premier épuisement	9.807 77
3 ^o 1901. — Épuisements, honoraires de l'Ingénieur.	18.813 20
4 ^o 1902. — Installation des puits, regards, forages, etc.	11.705 73
TOTAL	42.724 ^f 20

(1) Ces canalisations sont celles utilisées précédemment pour la distribution de l'eau de Seine. Elles sont très étendues et alimentent Le Mée et Boissettes; ces deux communes, élevées par rapport à la partie basse de Melun, sont alimentées par un petit réservoir desservi lui-même par le jeu des réservoirs de Melun.

Ce réservoir est situé entre Le Mée et Boissettes sur la gauche de l'ancien passage à niveau du Mée (via Paris).

Dépenses occasionnées par la construction des nouvelles casernes.

Le montant des sommes payées sur l'emprunt contracté en 1896 pour la reconstruction des casernements militaires (participation de la ville, expropriations, voie d'accès, égouts), s'élevait au 31 mars 1901 à 1.360.231 fr.

Les paiements effectués sur l'emprunt contracté en 1902 pour l'acquisition d'un nouveau champ de manœuvres et le solde restant dû sur les premières dépenses engagées, se sont élevés à. 241.802

TOTAL 1.602.033 fr.

Dépenses occasionnées pour la distribution des Eaux de la Glandée à la ville de Melun (en chiffres ronds).

Canalisations (main-d'œuvre, terrassement, pose, etc.)	43.000	43.000
(dans ce prix ne sont pas compris les fontes tuyaux)].		

Ouvrages de captage.

1° Épuisement	21.400	} 79.500
2° Puits, forage et fonçage	20.300	
3° Réservoir de la Madeleine	37.800	

Réservoir de la Glandée

Terrassement et maçonnerie.	42.743	} 65.600
Couverture, ciment armé.	20.666	
Peinture réservoir, couverture, charpente de pavillon, menuiserie, divers.	2.191	

USINE

Salmson (machines et gazogènes)	54.300	} 120.410
Maçonnerie.	46.100	
Charpentes	7.300	
Couverture	4.700	
Menuiserie	2.760	
Serrurerie	3.700	
Peinture	1.550	

<i>A reporter.</i>	308.510
----------------------------	---------------

Report 308.510

Divers.

Indicateur de niveau (réservoir de la Glandée).	1.200	} 27.800
Appareil régulateur (réservoir de la Madeleine)	2.100	
Surveillance et travaux divers.	13.500	
Honoraires des Ingénieurs	10.000	
Travaux d'étanchéité.	1.000	
TOTAL	336.310	

Dans ce total qui dépasse déjà les prévisions du décret, n'est pas compris le prix des fontes dont le mémoire n'est pas encore terminé.

Résumé de l'avenant modifiant le contrat passé avec la Société des Eaux. — La ville de Melun a adjoint un avenant au contrat passé avec la Société des Eaux. La base de cet avenant repose sur une prorogation de concession qui est augmentée de huit années et passe de 1934 à 1942.

Moyennant cette concession, la Société des Eaux est chargée des travaux à effectuer. Ces travaux sont estimés à 410.000 francs, sur lesquels la ville de Melun alloue une subvention de 180.000 francs.

Au cas où les 410.000 francs prévus seraient dépassés, la ville augmenterait la concession à raison d'une année par 26.000 francs de dépenses supplémentaires.

Si, au contraire, les dépenses sont inférieures à 410.000 francs, la différence viendra en diminution sur les 180.000 francs subventionnés par la ville.

La ville de Melun prend à sa charge les ennuis qui pourraient être occasionnés aux tiers (privation d'eau des habitants de Dammarie, etc.) par le fait même de la prise d'eau à la Glandée.

CHAPITRE III

LES EAUX DE MELUN DEPUIS LEUR INAUGURATION

Nous avons vu précédemment que les pompages d'essai pour déterminer le débit maximum du puits de la Glandée avaient permis à M. DILLON d'engager la ville à utiliser ces eaux. Les pompages ne produisaient jamais qu'un abaissement momentané avec un rétablissement d'abord rapide, puis lent, du niveau primitif.

L'ensemble du phénomène s'explique très bien par l'existence d'un cône d'assèchement des sables superposés à la meulière, comme on l'a indiqué précédemment.

Mais c'est tout autre chose de pomper pendant quelques jours, quarante environ dans l'ensemble des essais, et de pomper pendant des années, comme cela doit se faire fatalement par la suite. A la longue ne peut-on pas voir s'amplifier des effets presque insensibles quand il s'agissait d'une période très limitée ?

Il semble bien que ce soit le cas pour le puits de la Glandée. Voici quelques chiffres relatifs au niveau de l'eau à diverses époques, depuis 1912 :

	Cote
Au début, le 1 ^{er} octobre 1912, avant pompage. . .	74,66
En avril 1914	74,48
En mai 1914	74,55
En février 1915	73,95

	Cote
En avril-mai 1915	74,11
En décembre 1915.	73,84
En avril 1916	74,09
En décembre 1916.	73,67
En avril 1917	73,90
En novembre 1917.	73,59

Cet ensemble de chiffres ne laisse que grossièrement apercevoir un abaissement de niveau. On saisit infiniment mieux le sens général du phénomène sur le graphique de la planche III où la première ligne horizontale est censée représenter la cote du 1^{er} octobre 1912, à 74^m,66, et où les dénivellations mensuelles d'avril 1914 à décembre 1917 sont indiquées en ordonnées négatives. Il y a baisse progressive générale des minima et des maxima. On voit en même temps grossièrement que les hautes eaux sont en mars, avril, mai et les basses eaux en décembre, janvier, février.

Nous nous sommes demandé si cela ne tenait pas à ce que les pluies avaient diminué dans la période 1914-1917. Or, voici les hauteurs d'eau recueillies à Melun même pendant la période 1908-1917, d'une part à l'École normale, altitude 66^m,70, d'autre part, au Service des Ponts et Chaussées, altitude 51^m,12. (Les années vont de décembre à décembre.)

Années.	École normale.	Moyenne.	Ponts et Chaussées.	Moyenne.
	mm.			
1908.	537,6	669,5		601,5
1909.	817,9		mm.	
1910.	868,5		754,4	
1911.	444,5		394,5	
1912.	679,7		624,8	
1913.	669		632,3	
1914.	557		541	
1915.	593		461	
1916.			693	556,8
1917.			532,4	

Il semble y avoir eu réellement moins de pluie de 1914 à 1917 que de 1910 à 1913, mais la différence annuelle n'est que de quelques centimètres, alors que le niveau de la nappe de la Glandée a baissé de près de 1 m. D'ailleurs, le chiffre 556^{mm},8 pour la période 1914-1917 n'est pas du tout un chiffre moyen faible. En nous reportant au *Manuel hydrologique du bassin de la Seine*, de A. DE PRÉAUDEAU (p. 71), nous trouvons, pour la période de 1861 à 1879, une hauteur moyenne de 480; il est bon toutefois d'ajouter que ce chiffre devrait être multiplié par 1,19, si l'on s'en réfère aux indications consignées page 76 du même volume, en raison de la situation du pluviomètre sur un toit.

Cette constatation n'est pas sans laisser une certaine appréhension concernant l'affaiblissement de la nappe de la Glandée dans un temps plus ou moins rapproché. Deux puits situés dans le périmètre de l'usine sont asséchés; ces puits n'étaient pas creusés très profondément, mais il n'en est pas moins vrai que, sans les prélèvements d'eau dans la nappe, l'eau de ces puits aurait conservé son niveau ⁽¹⁾.

Le cube journalier moyen de l'eau montée à l'usine (calculé à raison de 200 m³ par heure) est pour les années

1914	2.600 m ³ par jour.
1915	2.400 —
1916	2.500 —

Ce cube moyen (2.500 m³ par jour), bien qu'un peu

(1) Il nous paraît utile de rappeler, pour expliquer la baisse de niveau de la nappe de la Glandée, les nombreux travaux d'assainissement (drainages des champs, canalisations diverses, etc.) qui ont fait baisser les nappes hydrostatiques dans la région de Seine-et-Marne d'environ 50 cm. Cette baisse est moins sensible quand les neiges sont abondantes l'hiver; la neige dérive moins facilement que les eaux de pluie. En effet, ces dernières, traversant un sol moins dur, trouvent une issue facile et plus rapide dans les drainages et canalisations qui les conduisent hors de la nappe.

supérieur à la quantité réelle (le débit des pompes étant plutôt inférieur à 200 m³), dépasse de beaucoup la moyenne journalière livrée par la Société des Eaux quand l'eau de Seine était donnée à la ville de Melun (Voir tableau de débit des eaux de 1903 à 1907, p. 17).

Il est fort probable que la totalité de ces 2.500 m³ n'est pas utilisée par la ville de Melun, qu'une partie importante est perdue par des canalisations défectueuses et dérivée sans profit. Plusieurs recherches, effectuées dans ce sens, semblent établir le bien-fondé de cette probabilité.

En tout cas, dans un temps plus ou moins éloigné, si la baisse de niveau continuait, il faudrait chercher une modification à l'état de choses actuel.

Cette modification consisterait :

1° A prendre l'eau aux émissaires les plus puissants de la nappe, ces émissaires n'ont en effet aucune action directe sur la baisse des niveaux; ils existent naturellement et depuis longtemps; la grosse difficulté serait d'obtenir les autorisations nécessaires pour les utiliser, car la plupart passent dans des communes voisines ou des propriétés privées (1);

2° Dans la recherche des émissaires ignorés qui se perdent dans les éboulis, de les capter pour les réunir en un seul point, le plus rapproché de l'usine actuelle afin d'éviter les frais de canalisations et de refoulage, ce qui paraît très possible étant donnée la quantité énorme d'eau que peut fournir une surface de 95 km²;

3° Soit en creusant un puits très rapproché du puits actuel de l'usine de manière à pouvoir les réunir facilement et augmenter de la sorte la surface filtrante. De

(1) La source du lavoir de Dammarie (grande source) débitait en 1903, époque de forte sécheresse, 19 litres à la seconde.

La source des Vives-Eaux (château de Vosves) débitait, en 1903, 15 litres à la seconde.

cette façon, les cônes influencés qui se vident dans la partie inférieure des sables ne se rencontreraient pas ; bien que l'alimentation des puits se fasse surtout par les cavités de la meulière, il faut cependant tenir compte de l'assèchement de la partie inférieure des sables qui se produit à la longue (C'est à ce procédé que l'on aura d'abord recours, car en plus des résultats qu'il donnera, il aura l'avantage d'être peu coûteux) ;

4° Soit dans l'établissement d'une galerie sous l'argile verte, ce qui permettrait d'aller prendre l'eau en des points aussi éloignés les uns des autres qu'on le désirerait, suivant la longueur de cette galerie ;

5° Soit enfin dans l'installation d'une double canalisation, une pour l'eau de Seine destinée aux usages industriels, aux lavages, etc., et l'autre, prise dans la nappe de la Glandée qui sera toujours suffisante pour l'alimentation.

Il ne saurait être question, pour l'instant du moins, d'utiliser à nouveau l'eau de Seine comme eau potable, ni d'étudier les systèmes d'épuration très coûteux employés dans les grandes villes, auxquels Melun avait songé avant de capter l'eau de la Glandée.

Les considérations précédentes posent de nouveaux problèmes. En même temps que la nappe de la Glandée a changé de niveau, l'eau n'a-t-elle pas pu, elle aussi, changer de composition ? Cela n'avait rien d'absurde à première vue, car il faut évidemment qu'à l'heure actuelle l'eau qui accède au puits suive un chemin différent ou plus rapide que celui qu'elle suivait au début, quand la masse de sable la plus voisine fournissait une bonne partie de l'eau qui devait être pompée.

En outre, puisque la question de nouvelles adductions à entrevoir se présente d'elle-même, trouverait-on, en d'autres points de la nappe, de l'eau identique et, partant, suffisante si on la capte convenablement ?

Analyses sommaires des eaux de la Glandée pendant les 7 premiers mois de 1916.

Cette eau a été prélevée au robinet (7, place de la Gare).

	Janvier 1916	Février 1916	Mars 1916	Avril 1916	Mai 1916	Juin 1916	Juillet 1916
Degré hydrotimétrique total . . .	21 ^o ,0	21 ^o ,3	21 ^o ,0	21 ^o ,0	21 ^o ,7	22 ^o ,3	21 ^o ,4
Degré permanent (ébullition) . .	6 ^o ,5	6 ^o ,6	6 ^o ,5	6 ^o ,7	6 ^o ,4	6 ^o ,5	6 ^o ,3
Matières organiques (en MnO ⁴ K alc.).	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5
Résidu fixe à 100 ^o	322,3	326,5	307,4	309,2	318,7	327,1	274,2
Chlorures (en NaCl)	52,2	52	52,6	51	48	49,7	49
Nitrates (en N ² O ⁵)	6,3	7,1	6,9	6,6	5,9	5,7	5,2

NOTA. — Traces infimes de phosphates, pas d'ammoniaque ni de nitrites.

Eaux de la Glandée.

Analyses plus complètes de janvier 1916 à avril 1917.

	Janvier 1916	Juillet 1916	Février 1917	Avril 1917
Degré hydrotimétrique total	21 ^o ,0	21 ^o ,4	23 ^o ,1	23 ^o ,2
Degré hydrotimétrique permanent	6 ^o ,5	6 ^o ,3	7 ^o ,1	7 ^o ,1
Matières organiques d'après MnO ⁴ K { Alcalin . .	0,8	0,5	0,6	0,7
{ Acide . .	1	0,8	0,9	1
Oxygène dissous { en poids	8,7	7,0	6,4	7,9
{ en volume	6cm ³ ,0	5cm ³ ,6	4cm ³ ,5	5cm ³ ,2
Résidu fixe à 100 ^o	322,3	274,2	302	309,5
Azote ammoniacal	0,007	0,003	0,004	0,006
Azote albuminoïde	0,039	0,028	0,023	0,032
Acide phosphorique	Traces infimes	Traces infimes	0	Traces infimes
Sulfates (en So ³)	11,9	12,8	15,4	15,4
Chlorures (en NaCl)	52,2	49	49,7	47,7
Chlore (en Cl)	32,2	30	30,15	29,7
Nitrates (en N ² O ⁵)	6,3	5,2	4,5	4,5
Nitrites	0	0	0	0
Silice (en SiO ²)	21	19	19,5	21,5
Chaux (en CaO)	112	130	140	134
Magnésie (en MgO)	10,2	9,7	6,5	7,3
Composition probable :				
Sulfate de chaux (en So ⁴ Ca)	20,23	21,76	26,18	26,18
Carbonate de chaux (en Co ² Ca)	185,08	216,09	230,69	219,08
Carbonate de magnésie (en Co ² Mg)	21,42	20,37	13,65	15,33

C'est pourquoi nous avons fait de nouvelles analyses de l'eau de la Glandée aux hautes et basses eaux de 1916 et 1917 et celles d'autres puits ou sources avoisinants.

En examinant les résultats des analyses que nous avons faites pendant les six premiers mois de 1916, nous constatons peu de différence dans le degré hydrotimétrique, dans le degré permanent, dans les nitrates et les matières organiques; les chlorures (en NaCl) ont subi quelques fluctuations, même remarque au sujet des analyses complètes faites à l'époque probable des hautes et basses eaux en 1916 et 1917.

Si nous comparons ces différentes analyses avec celles faites antérieurement par MM. VAILLARD, POUCHET et VIVIER en 1897 et 1899, nous constatons une assez forte augmentation des chiffres hydrotimétriques et minéraux, mais en faveur de l'eau une très sensible diminution des nitrates.

Rappelons que l'excès des nitrates dans cette eau avait déterminé le gros litige survenu lorsque M. POUCHET avait déclaré cette eau impropre à la consommation. Le rapport MUNIER-CHALMAS termina d'heureuse façon cette discussion en attribuant à une cause purement chimique la présence de ces nitrates et permit de reprendre l'idée d'une prise d'eau potable à la Glandée.

Analyse des puits avoisinant l'usine de la Glandée. — Sachant que l'on voulait établir un niveau d'eau à l'ancien puits de captage de la Glandée, situé sur l'avenue de Chailly, à environ 400 m de l'usine actuelle des eaux (Voir carte, pl. IV), nous avons prié la personne chargée de ce travail de bien vouloir nous prélever un litre d'eau dans des conditions que nous lui indiquons dans un récipient *ad hoc* propre et lavé plusieurs fois à l'eau distillée.

L'analyse de cette eau ne concordant pas avec celle que nous faisons sur l'eau de la Glandée prise au robinet ce même jour, nous avons décidé de faire un prélèvement à tous les puits avoisinant l'usine des eaux, y compris les sources de Dammarie, de Farcy et de Vosves (Voir pl. IV).

Le 25 mai 1917, accompagné de M. PADRONA qui voulut bien nous guider dans la recherche de ces puits, munis de récipients en nombre suffisant, nous effectuâmes des prélèvements aux onze endroits suivants :

- 1° Ancien puits de captage (1) (route de Chailly);
- 2° Puits du poste de garde de la Glandée, situé à l'intersection des routes chemin de la Table-du-Roi et de Chailly, à 100 m du puits précédent et à 500 m du puits de l'usine;
- 3° Puits Benard, situé à l'intersection de la route de Perthes et de la route chemin de la Table-du-Roi;
- 4° Lavoir de Vosves (à Vosves), émissaire supposé de la nappe de la Glandée;
- 5° Lavoir de Farcy (à Farcy), émissaire supposé de la nappe de la Glandée;
- 6° Source de captage des eaux de Dammarie (petite source), sert à l'alimentation en eau de Dammarie, émissaire supposé de la nappe de la Glandée;
- 7° Grande source de Dammarie (source du Lavoir), émissaire supposé de la nappe de la Glandée;
- 8° Puits du garde, dans la propriété Lemoine, sur le chemin de Chailly;
- 9° Source à affleurement dans la propriété Lemoine;
- 10° Réservoir de la Glandée;

(1) C'est à cet ancien puits de captage que devait être primitivement installée la prise d'eau de l'usine. La partie des sables de Fontainebleau reposant sur l'argile verte, trop importante en cet endroit, ayant empêché de creuser suffisamment ce puits, on l'abandonna pour établir la prise d'eau où elle se trouve actuellement sur la route chemin de la Table-du-Roi.

11° Nous faisons également un prélèvement au robinet situé 7, place de la Gare, desservi par le réservoir de la Glandée.

Ces différentes prises d'eau ont été faites en deux heures environ et nous ont donné les résultats suivants (Voir tableau, page 76).

Si nous comparons les résultats de ces analyses, nous expliquerons la légère variante de minéralisation de ces eaux de la façon suivante :

Les quatre sources, lavoir de Vosves, de Farcy, petite source de Dammarie (eau des bornes-fontaines), grande source de Dammarie (eau du lavoir), doivent être considérées comme émissaires de la nappe de la Glandée ; leur degré hydrotimétrique, légèrement plus élevé, bien que d'un titre à peu près égal entre elles, s'explique par un trajet plus ou moins long entre les couches de calcaire.

Le puits Benard rentre dans cette catégorie, puisqu'il se trouve placé en aval de la prise d'eau.

Pour le puits du garde de la Glandée, le puits du garde de la propriété Lemoine et la source à affleurement dans cette même propriété (cette dernière doit sa pollution à son peu de protection contre les souillures extérieures), qui sont situés en amont de l'usine, leur degré de minéralisation est légèrement plus faible.

Quant à l'eau de l'ancien puits de captage (route de Chailly), sa composition chimique et organique offre trop de différence pour que nous puissions l'admettre, *a priori*, comme faisant partie de la nappe de la Glandée.

Cherchons à expliquer les causes de cette inégalité :

1° En examinant la situation extérieure de ce puits. Ce puits se trouve placé dans une excavation formant un vaste entonnoir en contre-bas des parties avoisinantes ; il est largement ouvert, le sol en cet endroit est composé de sable fin. Les eaux de pluie y pénètrent

Analyse des eaux prélevées le 25 mai 1917

	ANCIEN PUIS Route de Chailly	PUITS DU POSTE de la Glandée	PUITS BERNARD	SOURCE Lavoir de Vosves	SOURCE Lavoir de Fatcy	PETITE SOURCE de Dammare (Alimentation)	GRANDE SOURCE de Dammare (Lavoir)	PUITS DU GARDE Propriété Lemoine	SOURCE à allègement Propriété Lemoine	RESERVOIR de la Glandée	LA GLANDÉE au robinet 7, place de la Gare
Degré hydrométrique total.	7° 8	19° 6	23° 5	27° 4	24°	28°	28°	22° 5	17° 5	21° 5	23° 2
— après oxalate.	2° 1	3° 5	4° 6	4° 1	4° 2	4° 3	5°	4° 4	3° 2	3° 9	4° 2
— permanent (ébullition)	4°	6°	9° 1	6° 5	7° 5	7°	10° 3	8° 2	5° 7	6° 2	6° 7
— ébullition et oxalate	0° 7	1°	1° 3	1° 1	1° 4	1° 2	1° 2	1° 1	1°	1°	0° 8
Résidu fixe à 100°	102	265	380	376	315	383	360	307	239	309	327
Matières organiques (MnO ⁴ K alc).	9 9	1 2	1 1	1 3	1 4	1 1	1 5	1 5	7 3	0 8	1
Chlorures (en NaCl).	24 5	25 5	25 5	25 5	27 5	27 5	46 8	54	24 5	48 8	47 2
Sulfates (en SO ³).	19 3	14 3	11 3	14 2	13 9	15 1	15 1	15 7	16 2	16 1	16 7
Nitrates (en N ² O ⁵).	16	4 7	4 1	3 2	2 9	3 9	3 3	3 9	8 7	4 3	4 6
Nitrites.	Présence très sensible.	0	0	0	0	0	0	0	Présence.	0	0
Pas de phosphates, ni d'ammoniaque, ni de sulfures.											

1° Ancien puits de captage, route de Chailly. — Eau impropre à la consommation, à cause de la présence des nitrites et de l'excès des matières organiques qu'elle renferme.

2° Source à affluement (propriété Lemoine). — L'excès de matières organiques et la présence de nitrites n'a rien d'étonnant. Cette source, en effet, est abritée seulement à la partie supérieure par une roche formant excavation. Elle se trouve dans les bois de la propriété Lemoine (confins de la forêt de Fontainebleau) ; elle est peu protégée, son assise est vaseuse ; nombreux insectes et plantes tombent de la roche dans cette eau. Elle n'est consommée que par les animaux de la forêt.

3° Les autres eaux ayant une composition sensiblement pareille que la chaux corrige bien, peuvent être considérées comme potables. Elles semblent provenir de la même nappe ; la variante en sels minéraux s'explique par leur plus ou moins long cheminement dans les couches calcaires.

comme dans un égout collecteur chargées de sable et d'impuretés rencontrées à la surface, sans aucune filtration : ceci suffirait à expliquer sa pollution ;

2° En examinant sa situation intérieure. Les sables de Fontainebleau descendent dans ce puits jusqu'à l'argile verte ; la couche calcaire s'y trouvait insuffisante pour permettre l'établissement de la prise d'eau de l'usine. Or, dans cette vaste nappe d'eau qu'est la Glandée, il se produit de véritables remous, certaines parties sont très peu déplacées par le courant. Nous pouvons supposer que ce puits se trouve placé au milieu ou dans l'angle d'une partie rocheuse de meulière, peu ou pas traversée par le courant ; cette partie de la nappe serait donc stagnante. La quantité d'eau de pluie qu'elle reçoit en cet endroit expliquerait sa dilution et sa plus faible teneur en sels minéraux.

Depuis l'établissement d'un niveau d'eau nous constatons une légère baisse au moment des pompages de l'usine. Ce puits subit donc les variations de niveau de la nappe.

D'après ce qui précède, et malgré les différences données par l'analyse, nous pouvons conclure que ce puits fait partie de la nappe de la Glandée.

Eau de la Glandée prise aux émissaires de Dammarie-les-Lys. — La commune de Dammarie-les-Lys occupe la partie sud-ouest de Melun. Son altitude est de 70 à 80 m. Cette commune est entièrement alimentée par les émissaires de la nappe d'eau de la Glandée, que ce soit par les fontaines publiques que dessert la petite source de Dammarie, que ce soit par les émissaires connus et inconnus sous forme de source ou de puits, que ce soit enfin par l'usine des eaux de la Glandée.

Dammarie-les-Lys possède quatre émissaires importants de la nappe de la Glandée : la source de

Farcy-les-Lys, la source de Vosves, la petite source de Dammarie et la grande source (source du lavoir). Ces deux dernières sont assez puissantes, puisque l'une suffit à l'alimentation des bornes-fontaines (petite source) et que l'autre (grande source) débitait en 1903, année de forte sécheresse, 18 à 20 litres d'eau à la seconde.

En plus des sources précitées, il en existe d'autres à émergement ou à faible profondeur ; elles passent dans des propriétés particulières dont elles alimentent les jardins. En résumé, toute la partie dévalante de Dammarie repose sur la partie de la nappe qui vient se déverser dans la Seine.

Jusqu'à présent, la prise d'eau faite à l'usine de la Glandée par la ville de Melun n'a aucunement influencé les émissaires qui débouchent à Dammarie-les-Lys, l'alimentation de cette commune en eau potable n'a pas diminué. (Cette crainte de privation d'eau à Dammarie a été la cause initiale, comme nous l'avons dit dans le deuxième chapitre, de l'étude de la puissance de débit de la nappe.)

L'étude de l'eau des puits de Dammarie, constitués pour la plupart par les eaux d'infiltration de la Glandée, a peu d'utilité ; ces eaux sont peu consommées et ne servent guère qu'aux usages domestiques et aux usages des jardins.

En raison de l'avenir possible de la commune de Dammarie que fait prévoir l'installation d'une importante usine métallurgique et de l'abondance des eaux qui s'y déversent, nous avons joint aux analyses chimiques précédentes l'analyse bactériologique des deux sources les plus importantes et les plus faciles à capter.

Nous avons recherché la présence des pathogènes dans ces deux sources, en insistant surtout sur la présence des bacilles éberthiformes, et, pour la petite

source de Dammarie (eau des bornes-fontaines), nous avons fait en plus la numération des bactéries.

Analyses bactériologiques. — Les prélèvements d'eau ont été effectués le 22 janvier 1918 dans de bonnes conditions. Nous nous sommes servi de flacons stériles passés à l'acide azotique concentré, lavés à l'eau plusieurs fois, rincés à l'eau distillée et stérilisés à l'étuve à 200° pendant une heure.

Nous nous étions muni, pour recevoir le flacon destiné à la numération des bactéries, d'une boîte métallique assez grande renfermant de la glace et de la sciure de bois; au milieu de cette boîte nous avions ménagé un espace libre destiné à recevoir le flacon : ces précautions avaient pour but de maintenir l'eau prélevée à une température voisine de 0°, pour éviter le développement des bactéries.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

I — Petite source de Dammarie (EAU DES BORNES-FONTAINES)

1° *Numération des bactéries.* — Nous avons préparé avec cette eau des dilutions au 1/10° et 1/100° dans du bouillon stérile.

Avec ces dilutions, nous avons fait desensemencements sur gélatine dans des boîtes de Pétri, avec 1, 2, 3, 4, 5, 10 gouttes de chacune d'elles.

Les dilutions au 1/100° n'ont donné aucune colonie, même au bout de dix jours.

Seules les boîtesensemencées avec 5 et 10 gouttes de solution au 1/10° ont donné :

La boîte avec 5 gouttes. 2 colonies.

La boîte avec 10 gouttes. 5 colonies.

Comme dix gouttes correspondent à un demi-centi-

mètre cube de la solution au $1/10^6$, nous obtenons pour 1 cm³ d'eau examinée :

$$20 \times 5 = 100 \text{ bactéries par cm}^3.$$

En adoptant la méthode de MIQUEL pour le classement des eaux d'après leur teneur en bactéries :

Méthode MIQUEL

Eau excessivement pure .	0 à	10 bactéries par cm ³ .	
— très pure.	10 à	100	—
— pure.	100 à	1.000	—
— médiocre.	1.000 à	10.000	—
— impure.	10.000 à	100.000	—
— très impure.	100.000 et au delà.		—

Nous concluons que l'eau de la petite source de Dammarie (eau des bornes-fontaines) est une *eau très pure*.

2° *Recherche des pathogènes.* — Nous avons employé le procédé de POUCHET et BONJEAN.

30 cm³ d'eau ont été additionnés de 100 cm³ de bouillon peptoné et placés à l'étuve à 38° pendant huit jours.

Nous avons au bout de ce temps fait une injection intrapéritonéale à un cobaye à raison de 0^{cm3},3 par 100 gr du poids de l'animal : nous l'avons surveillé attentivement les jours suivants.

Le cobaye n'a présenté aucune réaction fébrile et est actuellement (dix jours après) en parfaite santé.

PROCÉDÉ BESSON (colibacille, proteus vulgaris, pneumo-bacille de Friedlaender).

Nous avonsensemencé avec 1 cm³ d'eau des tubes de bouillon peptoné, salé et gelosé (formule du choléra).

Après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve à 38°, les tubes sont restés absolument limpides.

Recherche des bacilles éberthiformes. — Nous avons employé la méthode de DRIGALSKI-CONRADI pour la différenciation des bacilles d'Eberth et paratyphiques des colibacilles.

Desensemencements ont été pratiqués sur milieu Drigalski-Conradi. Aucune colonie ne s'est développée même au bout de huit jours.

CONCLUSIONS. — *Cette eau ne contient ni coli, ni Eberth, ni bacilles pathogènes.*

II — Grande source de Dammarle (EAU DU LAVOIR)

Nous avons effectué les mêmes recherches que ci-dessus relatives aux bactéries pathogènes; les résultats obtenus ont été absolument identiques.

Ces deux sources, malgré leur proximité du sol (elles sont à affleurement), offrent actuellement (réserves faites pour les infiltrations toujours possibles par la suite) toutes les garanties d'une eau très pure et potable.

En cas de besoin, il n'y aurait donc aucun inconvénient à les capter et à les donner comme eau d'alimentation.

CONCLUSIONS

La ville de Melun a sagement agi en donnant à ses habitants comme eau d'alimentation l'eau de la Glandée : elle ne pouvait trouver dans un endroit plus rapproché une meilleure eau potable ni une nappe plus puissante.

En effet, les eaux des environs immédiats étaient ou trop calcaires, ou trop peu protégées contre les souillures du sol. Les quelques nappes à affleurement du Mée et de Vaux-le-Pénil étaient loin d'avoir l'importance et la protection de celle de la Glandée.

Par l'étude qui a été faite de cette dernière, nous savons que sa superficie atteint 95 km², sa situation presque totale sous la forêt de Fontainebleau nous fait conclure que la grande partie des eaux d'infiltrations qui constituent la nappe sont filtrées par le meilleur des filtres naturels, les sables de la forêt de Fontainebleau. Le seul cas d'infiltration nocive par le ru de la Mare aux Évées a été écarté par le magistral rapport de MUNIER-CHALMAS, lequel, en relevant l'erreur de niveau commise à cet endroit, a démontré la protection totale de la nappe.

Malgré l'énorme quantité d'eau prélevée jusqu'à ce jour, la nappe de la Glandée a conservé en grande partie sa puissance, et nous avons tout lieu de croire,

si la baisse de niveau ne s'accroît pas de façon anormale, que la ville de Melun est assurée pour un temps très long d'avoir la quantité d'eau potable nécessaire à son alimentation.

Nous terminerons ce travail en adressant nos félicitations à la municipalité de Melun qui a pu mener à bonne fin le projet d'adduction des eaux de la Glandée et cela malgré les multiples difficultés qu'elle a rencontrées.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président de la thèse,

DELÉPINE.

VU :

Le Directeur de l'École,

H. GAUTIER.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. POINCARÉ.



Projet de forage envoyé à
l'Administration des forêts

- Puits projetés
- exécutés
- en voie d'exécution

Puits exécutés

- N° 1 Bis Glandée
- N° 4 Près Table du Roi
- N° 6 Buisson Chedeau
- N° 8 Ancienne route de Bourg

Légende

Synclinal



Meuliers, Calcaires
et Marne de Beauce.



Sables et grès de Fontainebleau



Meuliers, Calcaires
et Marne de Brie.



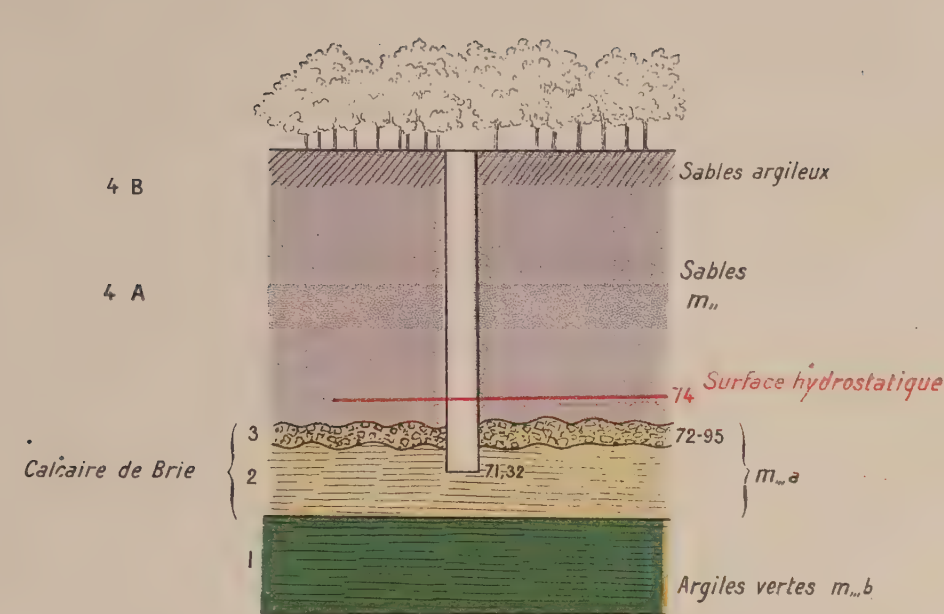
Argile Verte.

Direction générale des eaux

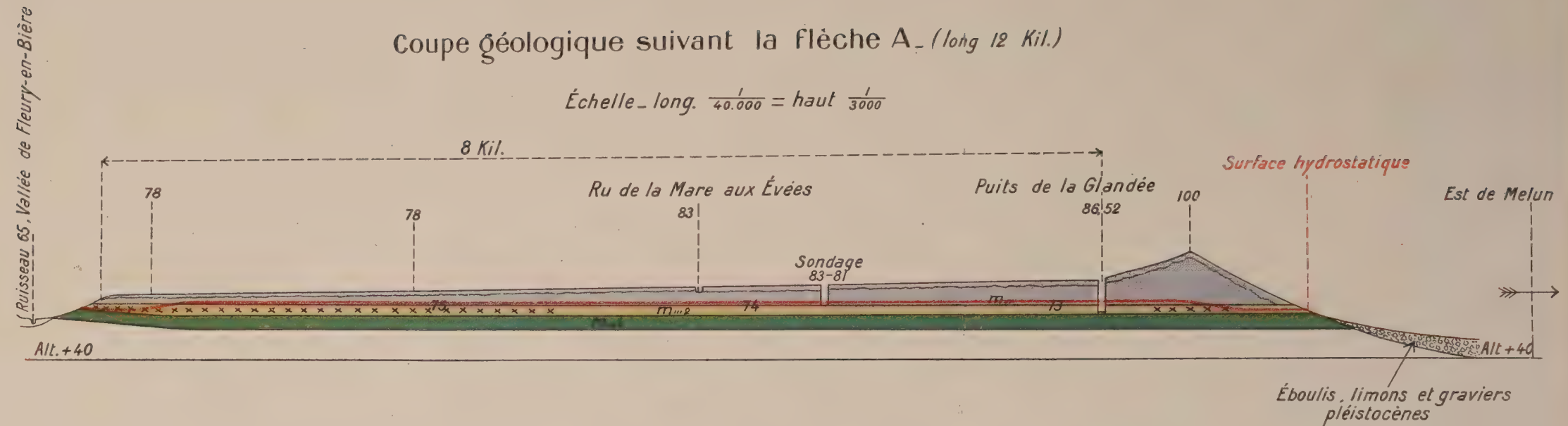
Gravée le trait par Chailly, la lettre par Ilacq, le figure du terrain par Roussier, les eaux par Flabaut

Prix 1^{er}

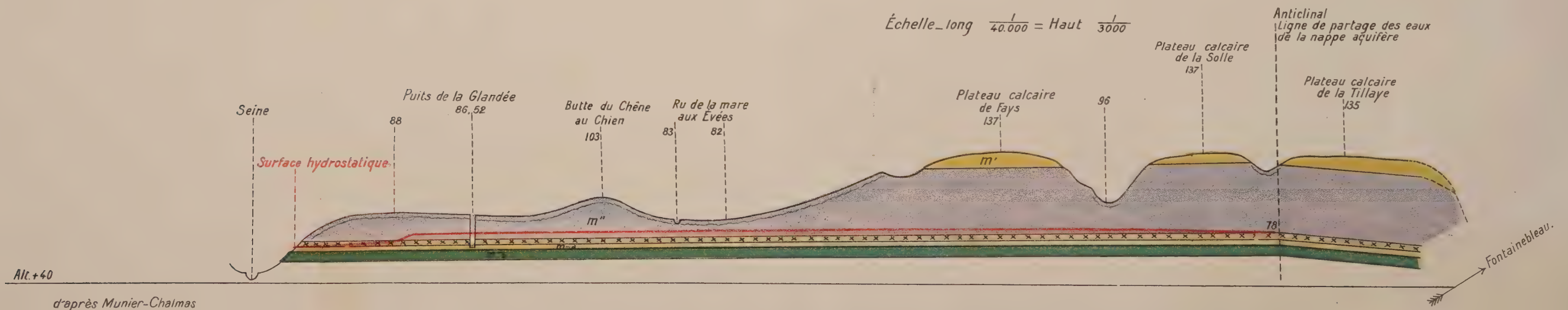
Anticlin. Ligne de partage des eaux
de la nappe aquifère



Coupe géologique suivant la flèche A. (long 12 Kil.)

Échelle - long. $\frac{1}{40.000}$ = haut $\frac{1}{3000}$ 

Coupe géologique suivant la flèche B. (long 12 Kil.)

Échelle - long $\frac{1}{40.000}$ = Haut $\frac{1}{3000}$ 

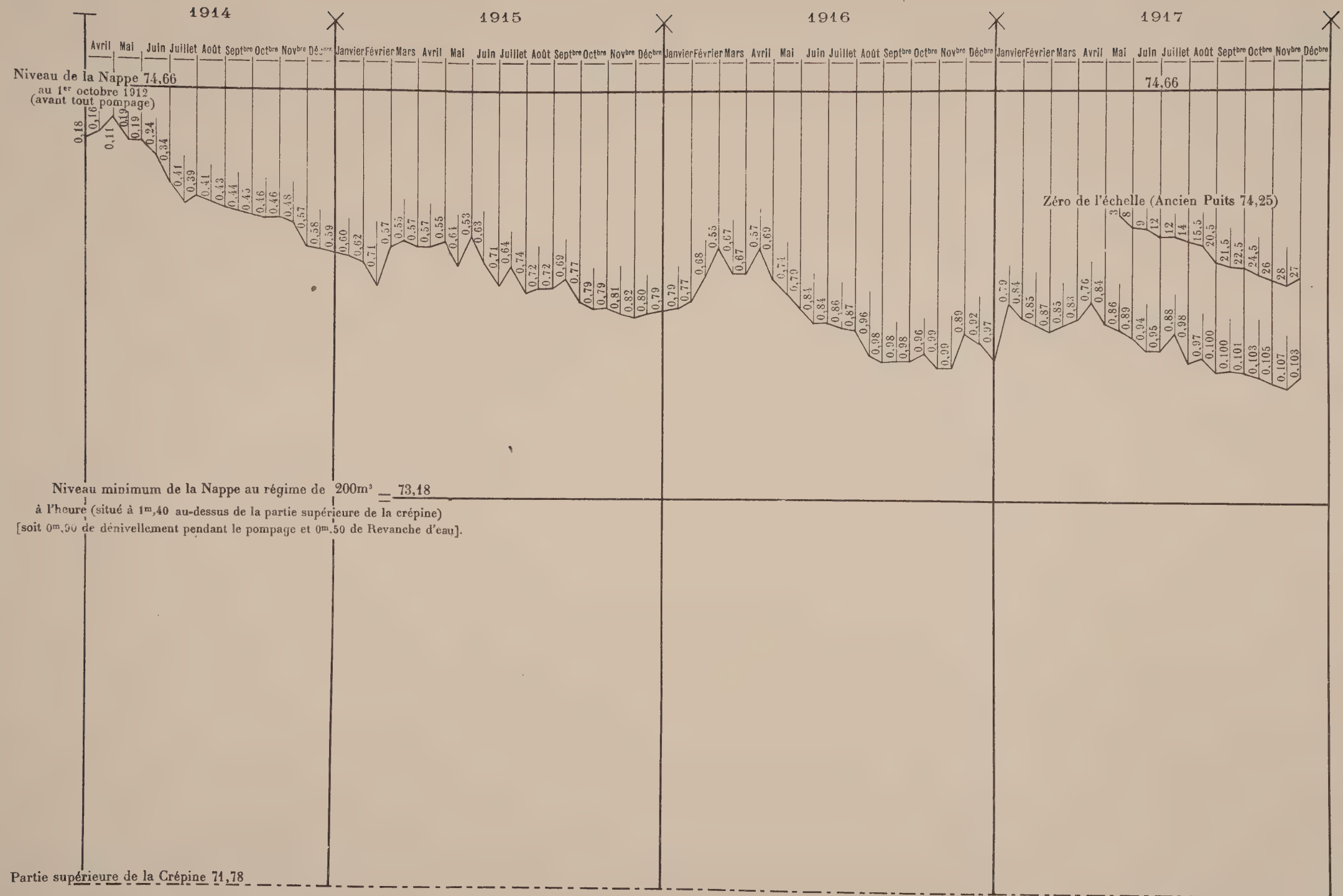




TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	v

CHAPITRE I

I. Hydrographie générale de Melun	1
II. Eaux de Melun	4
III. Sources et puits des environs de Melun	6

CHAPITRE II

I. Adduction d'eau potable à Melun (Eau de la Glandée).	15
II. Historique des recherches.	18
Analyse des eaux de la Glandée par le Comité consultatif, Val-	
de-Grâce, Station agronomique de Melun.	22
Rapport de Munier-Chalmas.	25
Extrait du Rapport Dillon.	31
III. Questions administratives en vue de l'autorisation et du cube	
d'eau à prendre à la Glandée	52
Dépenses	63

CHAPITRE III

Les eaux de Melun depuis leur inauguration (Baisse de niveau à	
l'usine).	67
Analyse des eaux de la Glandée.	72
Analyse de l'eau des puits et sources avoisinant l'usine de la Glandée.	73
Analyse bactériologique des deux principales sources de Dammarie.	79
CONCLUSIONS.	83

PLANCHES HORS-TEXTE.

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT — MAI 1918
